



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI GENOVA**



SCUOLA DI
SCIENZE SOCIALI

**TESI DI DOTTORATO IN SCIENZE SOCIALI
CURRICULUM: PSICOLOGIA, ANTROPOLOGIA E SCIENZE COGNITIVE
(Ciclo XXXI)
A.A. 2017/2018**

**ANNUIRE E SCUOTERE LA TESTA
COME AZIONI SIMULATE DI APPROCCIO ED EVITAMENTO
Indagine sperimentale sulla relazione tra elaborazione cognitiva e gesti *embodied***

Candidato: Dott.ssa Stefania Moretti

Tutor: Prof. Alberto Greco

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUZIONE | 5 |
| 1 L'EMBODIMENT | 8 |
| 1.1 La svolta <i>embodied</i> nelle scienze cognitive | 8 |
| 1.2 Presupposti teorici dell' <i>embodiment</i> | 9 |
| 1.3 Principali evidenze empiriche dell' <i>embodied cognition</i> | 13 |
| 1.3.1 Effetti di compatibilità nella comprensione del linguaggio e nella valutazione soggettiva | 14 |
| 1.3.2 I gesti dell'annuire e dello scuotere la testa nell' <i>embodiment</i> sociale | 18 |
| 1.3.3 Differenze culturali nell'incorporamento di assenso e dissenso | 22 |
| 2 PANORAMICA DELL'INDAGINE SPERIMENTALE..... | 25 |
| 2.1 Esperimento 1 | 29 |
| 2.1.1 Metodo | 29 |
| <i>Partecipanti</i> | 29 |
| <i>Materiali e apparato</i> | 29 |
| 2.1.2 Procedura | 29 |
| <i>Analisi dei dati</i> | 30 |
| 2.1.3 Risultati | 31 |
| 2.1.4 Discussione | 34 |
| 2.2 Esperimento 2..... | 35 |
| 2.2.1 Metodo | 35 |
| <i>Partecipanti</i> | 35 |
| <i>Materiali e apparato</i> | 35 |
| 2.2.2 Procedura | 35 |
| <i>Analisi dei dati</i> | 36 |
| 2.2.3 Risultati | 36 |
| 2.2.4 Discussione | 37 |
| 2.3 Esperimento 3..... | 38 |
| 2.3.1 Metodo | 38 |
| <i>Partecipanti</i> | 38 |
| <i>Materiali e apparato</i> | 38 |
| 2.3.2 Procedura | 38 |
| <i>Analisi dei dati</i> | 39 |
| 2.3.3 Risultati | 39 |
| 2.3.4 Discussione | 40 |
| 2.4 Discussione generale | 40 |
| 2.5 Esperimento 4..... | 44 |
| 2.5.1 Metodo | 44 |
| <i>Partecipanti</i> | 44 |
| <i>Materiali e apparato</i> | 44 |
| 2.5.2 Procedura | 45 |
| <i>Analisi dei dati</i> | 45 |
| 2.5.3 Risultati | 46 |
| 2.5.4 Discussione | 51 |
| 2.6 Esperimento 5..... | 53 |
| 2.6.1 Metodo | 53 |
| <i>Partecipanti</i> | 53 |
| <i>Materiali e apparato</i> | 53 |

| | | |
|--------|---------------------------------------|----|
| 2.6.2 | Procedura | 53 |
| | <i>Analisi dei dati</i> | 53 |
| 2.6.3 | Risultati | 54 |
| 2.6.4 | Discussione | 55 |
| 2.7 | Discussione generale | 56 |
| 2.8 | Esperimento 6..... | 59 |
| 2.8.1 | Metodo | 59 |
| | <i>Partecipanti</i> | 59 |
| | <i>Materiali e apparato</i> | 59 |
| 2.8.2 | Procedura | 59 |
| | <i>Analisi dei dati</i> | 60 |
| 2.8.3 | Risultati | 60 |
| 2.8.4 | Discussione | 62 |
| 2.9 | Esperimento 7..... | 63 |
| 2.9.1 | Metodo | 63 |
| | <i>Partecipanti</i> | 63 |
| 2.9.2 | Materiali, apparato e procedura | 63 |
| | <i>Analisi dei dati</i> | 63 |
| 2.9.3 | Risultati | 63 |
| 2.10 | Discussione generale | 66 |
| 2.11 | Esperimento 8..... | 68 |
| 2.11.1 | Metodo | 68 |
| | <i>Partecipanti</i> | 68 |
| | <i>Materiali e apparato</i> | 68 |
| 2.11.2 | Procedura | 69 |
| | <i>Analisi dei dati</i> | 70 |
| 2.11.3 | Risultati | 70 |
| 2.11.4 | Discussione | 71 |
| 2.12 | Esperimento 9..... | 72 |
| 2.12.1 | Metodo | 72 |
| | <i>Partecipanti</i> | 72 |
| | <i>Materiali e apparato</i> | 73 |
| | <i>Procedura</i> | 73 |
| | <i>Analisi dei dati</i> | 73 |
| 2.12.2 | Risultati | 73 |
| 2.12.3 | Discussione | 75 |
| 2.13 | Discussione generale | 76 |
| 3 | CONCLUSIONI | 77 |
| | BIBLIOGRAFIA | 86 |
| | SITOGRAFIA | 98 |
| | APPENDICE | 99 |

INTRODUZIONE

Il comportamento non verbale gioca un ruolo cruciale nella comunicazione e nelle attività umane: gli stati mentali interni come le credenze, i sentimenti e le intenzioni vengono spesso più efficacemente rivelati dai movimenti del corpo che dal linguaggio (Bavelas, 1994; Bavelas & Chovil, 2000). Infatti, nelle interazioni sociali di tutti i giorni, i gesti, le espressioni facciali e la postura del corpo fungono da importante canale che facilita la trasmissione e la comprensione di ciò che viene espresso verbalmente e per questo motivo la loro natura ha da sempre affascinato gli studiosi interessati alla comunicazione, al linguaggio e alla cognizione.

In letteratura, è possibile trovare numerose teorie e diverse spiegazioni della relazione esistente tra comunicazione non verbale e linguaggio. La maggior parte dei modelli condivide l'idea che l'elaborazione del linguaggio sia strettamente legata al corpo (Krauss, Chen & Gottfexnum, 2000; Goldin-Meadow, 2003; Kita & Özyürek, 2003; Hostetter & Alibali, 2008; Pouw, De Nooijer, Van Gog, Zwaan, & Paas, 2014). In particolare, vari studi hanno dimostrato come la gestualità possa avere effetti di facilitazione non solo sulla produzione del parlato (McNeill, 1992; Krauss, Chen, & Chawla, 1996; Krauss, 1998) ma anche sulla sua comprensione (Clark, 1996; Kelly, Barr, Church, & Lynch, 1999; McNeil, Alibali, & Evans, 2000; Zwaan, 2004; Paternoster, 2010; Borghi, 2012). Questa facilitazione viene generalmente spiegata alla luce del fatto che i gesti aiutano il parlante a esprimere idee che sono difficili da catturare, ad esempio, semplificando l'accesso delle parole in memoria o simulandone spazialmente il significato.

Proprio grazie a questa funzione simulativa, i gesti sono stati considerati una valida prova dell'approccio dell'*embodiment*, una prospettiva sempre più affermata all'interno delle scienze cognitive che vede il corpo, e l'ambiente in cui interagisce, come una componente centrale nello studio della mente (Glenberg, 1997; Goldstone & Barsalou, 1998; Barsalou, 1999; 2003; 2008; 2010; 2016; Wilson, 2002; Gibbs Jr, 2005; Niedenthal, Barsalou, Winkielman, Krauth-Gruber & Ric, 2005; Zwaan & Madden, 2005; Niedenthal, 2007; Lugli, Baroni, Gianelli, Borghi, Nicoletti, 2012).

La linea di ricerca seguita dall'*embodiment*, infatti, ha mostrato come la comprensione del linguaggio ma anche altri processi cognitivi di ordine superiore come il giudizio, la valutazione e la pianificazione (e.g., Reimann et al., 2012) siano fondati su meccanismi sensorimotori che portano a simulazioni parziali di stati sensoriali, motori ed affettivi. Queste simulazioni si baserebbero sull'informazione precedentemente acquisita e sono considerate essere il risultato dell'evoluzione di meccanismi che originariamente hanno permesso agli individui di fare inferenze e rappresentarsi l'informazione in assenza degli stimoli fisici (Glenberg 1997; Barsalou 1999; 2010; Borghi,

Glenberg & Kaschak, 2004; Gallese & Lakoff, 2005; Zwaan & Madden, 2005; Casasanto, 2009; Pecher, Van Dantzig, Boot, Zanolie & Huber, 2010). Si ritiene, quindi, che gli effetti di questo fondamento si presentino anche quando la cognizione è sconnessa dall'ambiente nel quale i pattern sensorimotori sono stati acquisiti o attivati (Niedenthal et al., 2005; Körner, Topolinski, & Strack, 2015).

Numerosi studi comportamentali hanno dimostrato come questi effetti si verificano generalmente sotto forma di una facilitazione o interferenza nelle risposte cognitive e motorie a seconda della compatibilità, o meno, tra stati corporei e stati cognitivi. Secondo questa prospettiva, infatti, le azioni che le persone compiono (sia fisiche che simulate) possono influenzare l'elaborazione cognitiva e viceversa, grazie all'interrelazione che viene ipotizzata esistere tra mente e corpo (Barsalou, 2010; Glenberg, Witt, & Metcalfe, 2013; Kaschak, Jones, Carranza & Fox, 2014; Körner et al., 2015). In quest'ottica, quindi, i gesti sono intesi come una forma speciale di azione che deriva da simulazioni sensorimotorie e sono considerati in grado di interagire con l'elaborazione cognitiva (Hostetter & Alibali, 2008).

Tra i vari gesti, quelli dell'annuire e dello scuotere la testa sono tra le prime espressioni del corpo acquisite dai neonati (Darwin, 1872; Guidetti, 2005) e il loro uso abituale fin dalle prime forme di comunicazione ha reso questi movimenti delle abitudini fisicamente incarnate (Horstmann & Ansorge, 2011; Andonova & Taylor, 2012). Oltre alla loro importante funzione di *feed-back* conversazionali, nella cultura occidentale, il gesto verticale dell'annuire viene tipicamente usato per comunicare accordo e accettazione, mentre il gesto orizzontale dello scuotere la testa per comunicare dissenso e rifiuto (Jakobson, 1972; Ekman, 1979; Morris, 1979). Stando, quindi, alla loro capacità di simulare e veicolare significati rilevanti per la comunicazione, questo tipo di gesti interattivi sta rivestendo un ruolo sempre più centrale nello studio della cognizione.

Nonostante ciò, le ricerche di *embodiment* che hanno coinvolto i due gesti della testa sono state condotte quasi esclusivamente all'interno dell'*embodiment* sociale, una branca interessata prevalentemente alle condizioni in cui l'induzione di movimenti influenza la generazione e l'uso di atteggiamenti (Wells & Petty, 1980; Tom, Pettersen, Lau, Burton, & Cook, 1991; Förster & Strack, 1996; Briñol & Petty, 2003). Al contrario, sono stati quasi sempre esclusi dalle analisi o trattati marginalmente tutti quegli aspetti che appaiono molto più rilevanti in un'ottica in cui la simulazione è centrale nello studio della cognizione, e che riguardano, cioè, il senso inverso della relazione tra mente e corpo, in cui è l'elaborazione cognitiva a influenzare i movimenti del corpo, attraverso il meccanismo della simulazione.

L'indagine qui presentata è stata condotta proprio con l'obiettivo di ovviare a questa carenza: attraverso 9 esperimenti, divisi in 4 studi diversi, abbiamo voluto testare l'influenza dei processi cognitivi di ordine superiore sull'attivazione della simulazione dei movimenti coinvolti

nell'annuire e nello scuotere la testa, attraverso un design sperimentale in grado di rilevare la presenza di effetti di compatibilità motoria tra i due gesti e l'elaborazione di stimoli linguistici, valutabili come accettabili o rifiutabili sulla base del loro significato o del loro valore affettivo.

L'ipotesi principale è che l'elaborazione di contenuti ritenuti accettabili attivi compatibilmente la simulazione del movimento verticale dell'annuire tipicamente eseguito per esprimere accordo e accettazione, e che l'elaborazione di contenuti ritenuti rifiutabili attivi la simulazione del movimento orizzontale dello scuotere la testa, tipicamente eseguito per esprimere disaccordo e rifiuto.

Per testare questa ipotesi è stata ideata una procedura sperimentale innovativa che attraverso un *software* di rilevazione di movimenti ha reso possibile il controllo del movimento di stimoli sullo schermo di un computer direttamente con l'azione della testa. L'aspettativa generale era di trovare tempi di risposta minori quando gli stimoli accettabili venivano spostati in verticale e quelli rifiutabili in orizzontale, con la testa. I risultati complessivi dell'indagine sono stati inquadrati nel modello generale dell'Approccio ed Evitamento (Solarz, 1960; Chen & Bargh, 1999) formulato all'interno della prospettiva dell'*embodiment*.

La tesi è strutturata nel modo seguente: nel primo capitolo, sono illustrati i vari assunti teorici e le principali evidenze empiriche a sostegno dell'*embodiment*, con riferimento ai diversi effetti di compatibilità trovati in letteratura. In particolare, vengono prese in considerazione quelle ricerche che studiano i processi cognitivi come la comprensione del linguaggio e la valutazione di stimoli linguistici in relazione all'esecuzione di varie azioni del corpo; processi che sono stati indagati nella nostra ricerca sperimentale. Successivamente, la trattazione si concentra sui gesti della testa, che costituiscono il focus nella nostra indagine, riportando i principali risultati e limiti delle ricerche di *embodied social cognition* che li hanno coinvolti.

Nel secondo capitolo, vengono presentati i 4 studi sperimentali, oggetto del presente lavoro, che sono stati condotti presso il CogniLab (Laboratorio di Psicologia e Scienze Cognitive) dell'Università degli studi di Genova, di cui uno studio cross-culturale condotto presso il dipartimento di Psicologia e Scienze Cognitive della New Bulgarian University di Sofia. Di ciascuno dei 9 esperimenti vengono riportati gli obiettivi, le ipotesi, il metodo, i risultati e le relative discussioni.

Nelle conclusioni, vengono discussi i risultati generali della ricerca sui due gesti della testa, in relazione agli assunti e ai limiti sia dell'indagine condotta sia della prospettiva teorica di riferimento. Infine, vengono delineati i possibili sviluppi futuri e le applicazioni pratiche dello studio in oggetto.

1 L'EMBODIMENT

1.1 La svolta *embodied* nelle scienze cognitive

A partire dalla fine degli anni '90, nell'ambito dello studio della cognizione, si è assistito a un cambio di prospettiva radicale nel modo di pensare alla mente umana e al suo rapporto con il corpo, l'ambiente e gli altri individui. Questa trasformazione ha avuto come conseguenza il nascere e il moltiplicarsi di una disparata serie di indagini, modelli e teorie riunite sotto il termine-ombrello di "*embodied cognition*" (Glenberg, 1997; 2015; Barsalou, 1999; 2008; 2016; Wilson, 2002; Gibbs 2006; Borghi & Cimatti, 2010; Gallese & Sinigaglia, 2011; Marraffa & Paternoster, 2012; Caruana & Borghi, 2013).

I diversi approcci che fanno parte della nuova prospettiva sono accomunati da una critica, inizialmente forte, ai due assunti fondamentali delle scienze cognitive classiche, secondo cui: (a) la mente è un elaboratore di rappresentazioni simboliche amodali e, cioè, indipendenti dai sistemi percettivi e motori, i quali (b) servono esclusivamente da dispositivi di *input* e *output* periferici (Fodor, 1975; Newell & Simon, 1976; Anderson, 1983; Pylyshyn, 1984). Queste due assunzioni principali, che hanno costituito l'unico paradigma teorico adottato dagli scienziati cognitivisti dagli anni '50 fino alla metà degli anni '80, si fondavano sull'idea che la percezione fosse una capacità limitata e difettosa, perché in grado di ingannare la mente, e poiché l'essere umano ha accesso all'ambiente solo tramite la percezione, di conseguenza, anche l'ambiente non veniva considerato una risorsa per l'attività mentale umana.

Parallelamente, però, stavano iniziando a diffondersi alcune importanti intuizioni sulla natura ecologica e motoria del sistema concettuale (già anticipate da William James nel 1890) che guardavano allo sviluppo cognitivo come un processo di acquisizione e affinamento delle abilità motorie (Piaget, 1953) e sostenevano l'idea di una elaborazione non mediata da rappresentazioni simboliche ma basata sulla percezione diretta di *affordances* (Gibson, 1976; 1979). Questo tipo di teorie, rimaste per tempo isolate o marginali, supportavano un'idea di percezione sensoriale come di un processo accurato e una risorsa centrale per la cognizione, piuttosto che come un problema da superare (o da evitare, come era stato fatto dal cognitivismo).

Negli ultimi tre decenni, il rinnovato interesse per il corpo e per il contesto in cui l'individuo agisce, unitamente all'importante scoperta dei neuroni specchio (Rizzolatti et al., 1988; Gallese, Fadiga, Fogassi, Rizzolatti, 1996; Rizzolatti & Fadiga, 1998; Rizzolatti & Sinigaglia, 2006), ha dato avvio a una rivoluzione, soprattutto in psicologia e nelle neuroscienze, nei modi di approcciarsi allo studio della cognizione, attraverso il passaggio da una visione dualista, che vede mente e corpo separati, a una prospettiva olistica in cui i processi cognitivi sono profondamente radicati nelle interazioni dell'individuo col mondo (Niedenthal et al., 2005).

Ad oggi, però, sebbene questa nuova proposta teorica ed epistemologica stia ricevendo un consenso sempre crescente, non è possibile disporre di una prospettiva unitaria e comprensiva della complessità del fenomeno che si pone di indagare, proprio a causa della grande varietà di affermazioni che è in grado di coinvolgere.

Nel prossimo paragrafo verranno illustrate le principali differenze tra i vari approcci dell'*embodiment*, secondo una prima rassegna principale (Wilson, 2002), e ne verranno discusse le implicazioni e i limiti, alla luce, anche, dell'obiettivo generale dell'indagine sperimentale qui presentata.

1.2 Presupposti teorici dell'*embodiment*

Secondo la teoria dell'*embodiment*, la cognizione è un fenomeno in cui il corpo e l'interazione con l'ambiente sono essenziali per una corretta comprensione del suo funzionamento. Data la complessità dei fattori in gioco, è bene fare alcune precisazioni sulle principali accezioni coinvolte da questa recente prospettiva e, cioè, sulle varie interpretazioni del rapporto tra mente, corpo e ambiente (Rowlands, 2010), e sui rispettivi limiti.

Il primo assunto della prospettiva vede la cognizione come un'attività situata e, cioè, radicata negli organismi e strettamente legata all'ambiente, in cui il flusso dell'informazione percettiva e motoria influenza i processi di elaborazione mentale (Steels & Brooks, 1995; Chiel & Beer, 1997; Clark, 1997; Scheier & Pfeifer, 1999). Questo assunto è centrale sia per quegli approcci che vengono definiti, appunto, "*situated*" sia per gli approcci definiti "*embodied*", e la differenza tra i due risiede nel focus che viene dato al corpo o all'ambiente.

Gli studiosi che fanno riferimento all'approccio "*embodied*" insistono maggiormente sull'aspetto sensorimotorio della cognizione, e cioè sull'idea che la cognizione dipenda fortemente dall'esperienza che avviene grazie a un corpo che ha determinate capacità sensorimotorie, le quali sono a loro volta immerse all'interno di un contesto biologico, psicologico e culturale (Varela, Thompson, Rosch, 1993). All'interno di questo stesso approccio, tuttavia, è possibile individuare una sorta di sbilanciamento, per cui alcuni studi si concentrano maggiormente sulla componente percettiva a scapito di quella motoria, e viceversa per altri studi (Caruana & Borghi, 2013).

Per gli approcci "*situated*", invece, il focus è sull'ambiente, per cui la cognizione non può essere indagata a prescindere dal contesto ecologico in cui avviene. Sebbene questa accezione sia valida in condizioni in cui la cognizione e l'azione mirate allo svolgimento di un compito sono tra loro contemporanee (ad esempio, la guida di un'automobile), tuttavia, non è in grado di tenere conto di quelle attività cognitive che si svolgono in assenza di stimoli contestualmente rilevanti per lo

svolgimento di un compito. È il caso, ad esempio, di tutti quei processi di ordine superiore come la pianificazione, l'immaginazione o il ricordo.

Un secondo assunto, strettamente connesso all'accezione sostenuta dagli approcci "*situated*", riguarda, nello specifico, la pressione imposta alla cognizione dai limiti di tempo (van Gelder & Port, 1995; Pfeifer & Scheier, 1999), secondo cui le pressioni temporali di un compito vengono considerate essere una caratteristica in grado di modellare l'architettura cognitiva. Di conseguenza, gli approcci che sostengono questa visione, ritengono che la cognizione debba essere studiata tenendo conto dei parametri temporali che ne costituiscono il contesto di attuazione. Questa accezione, come la precedente, risulta essere limitante dal momento che è valida solo per attività che avvengono in tempo reale (*online*), per cui l'individuo non ha il tempo di costruirsi un piano d'azione. Al contrario, non vengono prese in considerazione tutte quelle attività cognitive che si svolgono in assenza di vincoli temporali (*offline*), come, può essere, ad esempio, l'ascolto di musica o la lettura di un libro.

Una terza accezione, fortemente sostenuta dagli approcci "*embedded*", riguarda l'assunto secondo cui l'ambiente fisico, sociale e culturale, ma soprattutto quello tecnologico, è strumentale alla riduzione del carico cognitivo (Brooks, 1991; Kirsh & Maglio, 1994; Ballard, Hayhoe, Pook, Rao, 1997; Glenberg & Robertson, 1999). L'ambiente, viene, quindi, visto come un sistema ausiliario di cui l'essere umano si serve per il mantenimento e la manipolazione delle informazioni. Tuttavia, i limiti di questa accezione si possono trovare sia nel fatto che la strategia ipotizzata è valida specificatamente nei casi in cui ci si trova a manipolare informazioni nuove, apprese per la prima volta e, cioè, di cui non esisterebbero rappresentazioni precedentemente acquisite, sia nel fatto che è possibile individuare strategie alternative per la gestione economica delle risorse cognitive, come quella di fare riferimento a rappresentazioni mentali preesistenti, consolidate nella memoria a lungo termine.

Un quarto assunto generale, in linea con il precedente ma più radicale, vede l'ambiente come parte integrante del sistema cognitivo (Greeno & Moore, 1993; Thelen & Smith, 1994; Clark, 1999; Wertsch, 1998). Mentre per gli approcci "*embedded*", infatti, viene mantenuta una separazione tra agente e ambiente, collocando la cognizione all'interno dell'organismo, per gli approcci "*extended*" che supportano la cosiddetta "estensione orizzontale" della cognizione verso il corpo e l'ambiente (Maraffa & Paternoster, 2012), la mente non può essere studiata a prescindere dal complesso sistema dinamico in cui avviene il flusso di informazioni tra organismo e mondo. La cognizione, quindi, viene vista come un fenomeno distribuito e emergente dal sistema di interazione tra cervello, corpo e contesto. Ci troviamo di fronte a una posizione forte che sostiene che la mente si estende oltre i confini imposti dalla scatola cranica e che lo studio della cognizione deve essere necessariamente un'indagine olistica del sistema individuo-ambiente. La controversia di

questa visione consiste nel sostenere un'indagine omnicomprensiva, facendo, però, riferimento ad assunti, che come abbiamo discusso sopra, sono criticabili proprio perché relativi a situazioni specifiche e solo in apparenza generalizzabili. Lo scopo della scienza, infatti, dovrebbe essere quello di trovare i principi e le regolarità che stanno alla base di fenomeni specifici o mutevoli.

Il quinto assunto generale della prospettiva, condiviso dagli approcci “*enacted*”, riguarda l'idea secondo cui la cognizione umana si è evoluta allo scopo di guidare l'azione (Goodale & Milner, 1992; O'Regan, 1992, Churchland, Ramachandran, Sejnowski, 1994). Alla base di questa visione viene posto il legame indissolubile di percezione-cognizione-azione, dove le capacità sensoriali e motorie determinano i processi cognitivi. In particolare, il processo cognitivo della memoria viene considerato come un meccanismo avente come funzione primaria quella di codificare pattern motori, e cioè schemi di azioni interattive fisiche, all'interno di un ambiente tridimensionale (Churchland et al., 1994; Glenberg, 1997). Anche se questo assunto è vero nella maggior parte dei casi, è possibile notare anche come, ad esempio, l'azione di guardare un tramonto, così come le attività contemplative in generale, non offrano in realtà alcuna opportunità di interazione con l'ambiente.

Il sesto ed ultimo assunto, viene supportato da quegli approcci definiti “*grounded*” che fanno riferimento, più o meno deliberatamente, alle teorie evoluzionistiche (Damasio, 1989; Barsalou, 1999), secondo cui anche quando la cognizione è sconnessa dall'ambiente (*off-line*) e, cioè, quando non coinvolge attività svolte in tempo reale (*on-line*), questa si fonda sui meccanismi sensorimotori. Il fondamento viene spiegato alla luce dell'ipotesi che vede gli stessi meccanismi che permettono all'individuo di percepire e agire nell'ambiente essere in grado di attivare simulazioni parziali di stati sensoriali, motori e affettivi (Bisiach & Luzzatti, 1978; Stein, 1994; Dennett, 1995; Glenberg, 1997; Barsalou, 2003). Queste simulazioni vengono considerate come il frutto dell'evoluzione di meccanismi che in origine hanno permesso all'individuo di ragionare in assenza di uno stimolo fisico, e, cioè, di compiere inferenze e di rappresentarsi informazioni anche in assenza del loro referente fisico nello spazio. In quest'ottica, quindi, pensare a uno stimolo in sua assenza attiverrebbe gli stessi circuiti sensorimotori usati per percepire e interagire con lo stimolo nella realtà, indipendentemente dalla sua natura concreta o astratta. In particolare, per quanto riguarda gli stimoli astratti, come gli atteggiamenti, le emozioni e le intenzioni, il grado con cui possono dirsi fondati sulla simulazione sensorimotoria dipenderebbe da quanto quel particolare stimolo è stato incorporato nell'ambiente (Zwaan, 2014). Questa visione è in linea, infatti, con tutti quegli approcci che prendono in considerazione l'esistenza di una differenza graduale e non netta tra la cognizione amodale e modale (Mahon & Caramazza, 2005; 2008; Chatterjee, 2010; Sakreida et al., 2013).

Secondo Barsalou (2008), il concetto di mente “*grounded*” sarebbe preferibile a quello di mente “*embodied*” perché si baserebbe su una concezione più ampia e meno limitante, dal momento che è in grado di spiegare la cognizione come soggetta ai vincoli delle azioni possibili del corpo all’interno di un ambiente, e cioè ai vincoli del sistema sensorimotorio, senza però esaurirsi in essi. Secondo l’autore, infatti, sostenere l’ipotesi della cognizione basata sulla riattivazione degli stati sensorimotori non comporta necessariamente un’implementazione biologica, corporea. La simulazione, infatti, viene teorizzata come un meccanismo che si basa su processi di basso livello ma che resta, comunque, mentale e, quindi, indipendente dal tipo di corpo che ha codificato l’esperienza sensorimotoria.

Riassumendo, quindi, in letteratura è possibile trovare diverse versioni dello stesso concetto di *embodiment*, tutte, comunque, in contrasto con una visione puramente simbolica e amodale della cognizione. I vari approcci (*Embodied, Situated, Embedded, Extended, Enacted, Grounded*) che si snodano a partire da una critica comune al cognitivismo classico, sono tutti fortemente correlati tra di loro, anche se esistono sfumature concettuali importanti che li differenziano in base alla diversa attenzione che viene rivolta al cervello, al corpo o al mondo nella determinazione del mentale: alcuni approcci si focalizzano sul modo in cui i sistemi cognitivi si sono evoluti a supporto dell’azione, altri, sottolineano, più genericamente, l’integrazione di percezione e azione ponendo l’accento sulle modalità con cui l’agente interagisce con l’ambiente.

La ricerca sperimentale presentata nel prossimo capitolo intende portare nuova evidenza all’approccio “*embodied*” attraverso uno studio comportamentale che analizza i movimenti della testa, una parte del corpo ancora non sufficientemente indagata all’interno della prospettiva. Lo studio si concentra sulla componente motoria, e, in particolare, sull’attivazione del meccanismo della simulazione sensorimotoria dei due gesti dell’annuire e dello scuotere la testa durante l’elaborazione mentale di stimoli linguistici, in condizioni di compatibilità e incompatibilità tra azione simulata e azione performata.

Gli effetti di compatibilità sono stati dimostrati da numerosi studi all’interno dell’approccio “*embodied*”, attraverso l’utilizzo di diverse metodologie d’indagine, come le misure basate su neuroimmagini, sui tempi di risposta, e le simulazioni con agenti artificiali. Nei prossimi paragrafi, verranno presentate le principali evidenze empiriche a sostegno di questo approccio, limitatamente agli studi comportamentali che hanno coinvolto due processi cognitivi che sono rilevanti per il nostro studio: il linguaggio e la valutazione. La rassegna non ha nessuna pretesa di esaustività ma è stata strutturata sulla base degli scopi e della metodologia dell’indagine sperimentale qui presentata.

1.3 Principali evidenze empiriche dell'*embodied cognition*

Come illustrato nel paragrafo precedente, un concetto centrale degli approcci *embodied* è che cognizione e meccanismi sensorimotori sono fortemente interrelati (Barsalou, 2003). Numerosi studi comportamentali che seguono questa linea di ricerca hanno dimostrato come questa relazione si manifesti attraverso un effetto di facilitazione, o di interferenza, nell'elaborazione cognitiva in base alla presenza, o meno, di compatibilità tra stati cognitivi e stati corporei (sia percettivi che motori). Questi effetti vengono spiegati alla luce del meccanismo della simulazione mentale che, durante l'elaborazione di uno stimolo, è in grado di riattivare gli stessi percorsi neurali che erano attivi mentre si faceva esperienza di quel determinato stimolo (Zwaan & Madden, 2005; Zwaan & Taylor, 2006; Barsalou, 2010; Glenberg & Gallese, 2012; Zwaan, 2014).

Grazie alla simulazione, quindi, quando un comportamento è fortemente associato a uno stimolo nella misura in cui generalmente co-occorrono, allora, in presenza di quel particolare stimolo quel comportamento associato verrà riattivato più facilmente (in termini di minore impiego di risorse cognitive) rispetto a comportamenti che generalmente non sono associati o non si presentano in concomitanza di quello stimolo¹ (Förster & Strack, 1997; Zwaan, Madden, Yaxley, Aveyard, 2004; Gallese & Lakoff, 2005; Gibbs, 2006; Borghi & Cimatti, 2009; Shalev, 2015). Questa riattivazione viene generalmente studiata attraverso design sperimentali costituiti da condizioni in cui i partecipanti sono istruiti a eseguire comportamenti associati o meno con lo stimolo di riferimento, per cui la registrazione di tempi di risposta brevi nelle condizioni compatibili viene considerata indicativa di un effetto di facilitazione, mentre tempi di risposta più lunghi nelle condizioni incompatibili sono indice di un effetto di interferenza.

Tuttavia, la compatibilità è un fenomeno sfaccettato e i suoi vari aspetti, percettivi e motori, sono stati testati con diversi stimoli e istruzioni differenti. Dal momento che lo scopo della nostra indagine sperimentale è stato quello di testare un particolare tipo di compatibilità motoria, alcune distinzioni sono necessarie: innanzitutto, nella letteratura sull'argomento, i ricercatori hanno utilizzato principalmente due tipi di stimoli, e, cioè, stimoli linguistici oggettivamente comprensibili e stimoli soggettivamente valutabili; per quanto riguarda, invece, la presentazione degli stimoli e la modalità di risposta, sono stati indagati due tipi di effetti di compatibilità, quella spaziale e quella motoria. Infine, una distinzione fondamentale riguarda la nozione di compatibilità motoria. Dal momento che l'*embodiment* può funzionare sia come stimolo (*bottom-up*) che come risposta (*top-down*) (Barsalou, 2003), è possibile individuare due tipi di compatibilità motoria in letteratura: (a) quando l'elaborazione di un contenuto attiva automaticamente la simulazione di un'azione

¹ È chiaro che una spiegazione associazionista era inadeguata 70 anni fa così come lo è ancora adesso. Infatti, un aspetto cruciale dell'associazione tra corpo e cognizione, sostenuta dalle teorie dell'*embodiment*, è che si tratta di un'inter-relazione fondata, in cui le due parti non solo co-occorrono ma si influenzano a vicenda (Niedenthal et al., 2005).

compatibile (effetto *top-down*), e (b) quando un'azione indotta influenza compatibilmente l'elaborazione di un contenuto (effetto *bottom-up*).

Nella nostra ricerca, abbiamo scelto di indagare il primo tipo di compatibilità motoria (*top-down*), dal momento che gli studi che hanno coinvolto l'azione della testa hanno indagato quasi esclusivamente il secondo tipo di compatibilità (*bottom-up*). Inoltre, abbiamo relazionato questa parte del corpo con un particolare tipo di processo cognitivo, anch'esso ancora non sufficientemente indagato nella prospettiva dell'*embodiment*: la valutazione del valore di verità di frasi. Questo tipo di valutazione è stato scelto perché in grado di coinvolgere sia aspetti inerenti all'elaborazione del linguaggio, come la comprensione del significato per valutarne il valore di verità, sia aspetti più legati al giudizio e alla valutazione soggettiva, e, cioè, quando il valore di verità è definibile sulla base di preferenze personali.

Nel prossimo paragrafo, verranno illustrati i principali studi che hanno trovato effetti di compatibilità, sia motoria che spaziale, in compiti che coinvolgono i due processi cognitivi del linguaggio e della valutazione.

1.3.1 Effetti di compatibilità nella comprensione del linguaggio e nella valutazione soggettiva

Come accennato nel paragrafo precedente, gli studi sperimentali interessati agli effetti di compatibilità tra cognizione e corpo si differenziano per stimoli usati, modalità di risposta richiesta e tipo di compatibilità indagato.

Per precisare, nel caso di studi che adoperano stimoli linguistici oggettivamente comprensibili, il focus dell'indagine è sulla relazione tra uno stato corporeo o un'azione e la semplice comprensione del significato di parole o frasi. Nelle ricerche che, invece, utilizzano stimoli soggettivamente valutabili, la relazione è con la valutazione (giudicare il significato affettivo, la piacevolezza, il valore, ecc...) di concetti astratti e parole o frasi con valenza positiva o negativa.

Per quanto riguarda il tipo di compatibilità indagato, gli approcci *embodied* focalizzati sugli aspetti percettivi della cognizione postulano che la comprensione del linguaggio è basata su schemi spaziali (Lakoff & Johnson, 1980; 1999). Di conseguenza, le rappresentazioni schematiche spaziali e le dimensioni spaziali del significato sono state considerate sia per le parole con una localizzazione concreta o implicita (Zwaan & Yaxley, 2003; Šetić & Domijan, 2007; Barsalou, 2008; Estes, Verges, Barsalou, 2008; Pecher et al., 2010) sia per i concetti astratti o parole con valenza (Lakoff & Johnson, 1980; 1999; Barsalou et al., 2003; Barsalou, Simmons, Barbey, Wilson,

2003; Meier & Robinson, 2004; Hall, Coats, Smith LeBeau, 2005; Proctor & Cho, 2006; Meier, Hauser, Robinson, Friesen, Schjeldahl, 2007; Glenberg et al., 2008; Chasteen, Burdzy, Pratt, 2010).

Riguardo al primo tipo di stimoli, comprensibili oggettivamente, ad esempio, Dudschig e colleghi (2013) hanno osservato una selezione più veloce della risposta quando la posizione fisica di una parola era congruente con la posizione tipicamente percepita del suo referente nello spazio (come quando la parola 'aereo' compariva nella parte superiore dello schermo del computer, rispetto a quando compariva nella parte inferiore).

Per quanto riguarda gli stimoli che non hanno una posizione spaziale concreta nella realtà, né una dimensione direzionale, come i concetti astratti, invece, Guan, Meng, Yao e Glenberg (2013), ad esempio, hanno trovato che i quantificatori 'più' e 'meno' venivano associati con l'alto e il basso, rispettivamente. In questi casi, i concetti astratti sarebbero interpretati non come qualcosa che simula un oggetto fisico o un'azione definita nello spazio, ma come la simulazione di un processo: nel caso del più e del meno, come l'accumulo o la diminuzione di una certa quantità di elementi.

Analogamente, sono stati trovati effetti di compatibilità spaziale con concetti aventi una valenza, positiva o negativa, sia per la dimensione orizzontale (Maass & Russo, 2003; Casasanto, 2009; Chasteen et al., 2010; Casasanto & Chrysikou, 2011) sia per la dimensione verticale (Meier & Robinson, 2004; Meier et al., 2007; Meteyard, Bahrami, Vigliocco, 2007; Šetic & Domijan, 2007; Estes et al., 2008; Pecher et al., 2010; Dudschig, Souman, Lachmair, Vega, Kaup, 2013; Dudschig, de la Vega, De Filippis, Kaup, 2014). Ad esempio, Lakoff e Johnson (1980), in uno dei primi studi sulla compatibilità spaziale, hanno trovato che le parole esprimenti concetti positivi come 'felicità', 'forza' e 'salute' venivano associate con l'alto, e, cioè, individuate più velocemente quando comparivano nella parte alta dello schermo del computer, mentre i concetti opposti di 'infelicità', 'debolezza' e 'malattia' con la parte bassa dello schermo. In aggiunta, Chasteen e colleghi (2010) hanno trovato che l'individuazione di concetti religiosi positivi come 'Dio' e 'cielo' era più veloce, non solo nella parte superiore dello schermo, ma anche sul lato destro dello schermo, mentre parole negative come 'diavolo' sono state rilevate più velocemente quando comparivano in basso o nel lato sinistro dello schermo. Inoltre, negli studi condotti da Casasanto sulla specificità del corpo (Casasanto, 2009; Casasanto & Jasmin, 2010; Casasanto & Chrysikou, 2011), si è trovato che i destrimani sono inclini ad associare i contenuti positivi allo spazio di destra e i contenuti negativi alla sinistra, mentre i mancini li associano al contrario.

Un esempio analogo alle indagini condotte sulla specificità del corpo è costituito da quegli studi sul linguaggio interessati al modo in cui culture diverse assegnano significati sociali, metaforici e simbolici a parti del corpo diverse. In una ricerca sulla lingua turca, ad esempio, si è

evidenziato come questo popolo abbia mappato la concettualizzazione della stratificazione sociale nel corpo: la testa viene usata come metafora per valori culturali positivi o un alto status sociale, mentre il piede per valori negativi e status sociali bassi (Aksan, 2011). In un altro studio, sulle differenze tra cultura tedesca e indonesiana, è stato trovato, invece, che il concetto di “testa” viene usato dai tedeschi in senso figurato per riferirsi al pensare e ai pensieri, mentre per gli indonesiani la stessa parte del corpo viene usata per riferirsi ai ruoli di leader nel loro sistema sociale e istituzionale (Siahaan, 2011).

Questi studi sono in linea con la teoria di Lakoff e Johnson (1999) secondo cui le metafore spaziali costituiscono il nucleo del nostro sistema concettuale. Queste metafore vengono considerate strettamente legate alla struttura del corpo e, cioè, al modo in cui le varie parti del corpo sono organizzate. Tuttavia, è bene precisare anche i limiti di questo tipo di compatibilità indagato e cioè che, in letteratura, è possibile trovare anche previsioni contrastanti circa gli effetti spaziali delle parole con posizione implicita, dei verbi di movimento e delle parole con valenza (ad esempio, concetti opposti ma aventi la stessa spazializzazione), e alcuni studiosi ne hanno individuato le cause nella specificità del compito (Hurtienne et al., 2010; de la Vega, De Filippis, Lachmair, Dudschig, Kaup, 2012; Dudschig, de la Vega, Kaup, 2015) o nella specificità del corpo (Casasanto, 2009; Casasanto & Jasmin, 2010; Casasanto & Chrysikou, 2011).

Per quanto riguarda, invece, la compatibilità motoria, se negli studi sulla compatibilità spaziale la posizione dello stimolo viene manipolata ma nessuna azione motoria viene richiesta, quando, viene studiata quest'altro tipo di compatibilità, l'interazione tra lo stimolo e l'azione del corpo viene testata all'interno di paradigmi di risposta motoria.

Come per la compatibilità spaziale, anche per quella motoria l'effetto si presenta sia con materiale concreto (Glenberg, 1997; Glenberg & Kaschak, 2002; Richardson, Spivey, Barsalou, McRae, 2003; Zwaan & Yaxley, 2003; Borghi et al., 2004; Kaschak et al., 2005) sia con materiale astratto o con valenza (Solarz, 1960; Cacioppo, Priester, Bernston, 1993; Förster & Strack, 1998; Chen & Bargh, 1999; Neumann & Strack, 2000; Wentura, Rothermund, Bak, 2000; Strack & Deutsch, 2004; Guan et al., 2013; Carraro, Castelli, Negri, 2016).

Nelle ricerche che usano gli stimoli concreti, la compatibilità si presenta quando la risposta motoria intrattiene una relazione “analogica” con il contenuto linguistico, in quanto c'è una relazione diretta di somiglianza tra il contenuto e le dimensioni spaziali percepite o i movimenti compiuti. Ad esempio, in uno studio ormai divenuto classico (Glenberg & Kaschak, 2002), è stato trovato quello che gli autori hanno definito “*Action-sentence Compatibility Effect*” (ACE), e cioè: tempi di risposta minori quando la direzione descritta da una frase era congruente con la direzione dell'azione motoria eseguita in risposta ad essa (come il movimento di avvicinamento del braccio verso il corpo in risposta alla frase “Tu dai una penna a me”) e, viceversa, tempi di risposta più

lunghi quando la direzione dell'azione descritta era incongruente con quella della risposta richiesta (come il movimento di allontanamento del braccio dal corpo in risposta a una frase esprimente avvicinamento); la stessa influenza sui tempi di risposta è stata registrata anche con la comprensione di frasi che esprimono movimenti metaforici o di concetti che non hanno nessuna specifica posizione spaziale o significato direzionale, come "Tu mi dai un consiglio" e il movimento di flessione del braccio verso il corpo.

Un effetto analogo, riscontrato con la valutazione di stimoli con valenza, è il classico effetto definito "*Approach and Avoidance Effect*" (AAE) (Solarz 1960; Chen & Bargh, 1999), per cui: la risposta a uno stimolo positivo è più veloce quando il movimento da fare per valutarlo è un movimento di approccio (flessione del braccio verso il corpo), e, viceversa, un movimento di evitamento (estensione del braccio lontano dal corpo) quando lo stimolo è carico negativamente. Questo tipo di effetto, quindi, viene generalmente rilevato in presenza di stimoli che rappresentano concettualmente oggetti verso i quali in precedenza si è consolidata un'emozione, e le emozioni, infatti, sono predisposizioni fondamentali per l'azione (Damasio, 1994; Saraiva, Schüür, Bestmann, 2013).

Dunque, gli effetti di compatibilità motoria di tipo *top-down*, come l'ACE o l'AAE, sono stati trovati in compiti che richiedono l'elaborazione di stimoli mentre si eseguono delle azioni, prevalentemente del braccio (per una rassegna si veda: Fischer & Zwaan, 2008); in questi casi, le azioni vengono facilitate quando corrispondono alle azioni simulate e ostacolate quando non c'è una corrispondenza tra le due (Dijkstra & Post, 2015).

Gli effetti di compatibilità di tipo *bottom-up*, invece, si possono trovare in quei paradigmi sperimentali dove viene chiesto di eseguire delle azioni (con diverse parti del corpo e diversi movimenti) e successivamente di valutare uno stimolo. In questi casi, uno stato corporeo influisce direttamente sullo stato mentale della persona o sulle sue sensazioni (Barsalou, Niedenthal et al., 2003; Barsalou, Simmons, Barbey, Wilson, 2003; Neumann, Förster, Strack, 2003; Niedenthal, 2007). Ad esempio, Cacioppo e colleghi (1993) hanno osservato come i partecipanti a cui era stato chiesto di muovere le braccia dal basso verso il corpo, mentre osservavano degli stimoli, avevano dato punteggi più positivi agli stimoli osservati, rispetto a quelli a cui era stato richiesto di muovere le braccia dal corpo verso il basso. Analogamente, si è dimostrato come la manipolazione di altre parti del corpo, come la postura o l'espressione facciale, possono influenzare sia la valutazione di un contenuto (Strack, Martin, Stepper, 1988), sia il ricordo di informazioni (Riskind, 1984), compatibilmente con il significato da esse veicolato.

Tra i vari movimenti del corpo, dunque, anche quelli che veicolano informazioni ed emozioni nelle interazioni umane sociali, come i gesti e, in generale, la comunicazione non verbale, hanno assunto un ruolo centrale nella prospettiva dell'*embodiment*, specialmente negli studi più

recenti. Inizialmente, infatti, questa prospettiva si era interessata alla gestualità e ha tentato di spiegare gli effetti di compatibilità riscontrati sperimentalmente tra questo tipo di azioni del corpo e il contenuto di stimoli linguistici attraverso una teoria che vede gesti e linguaggio processati dallo stesso sistema sensorimotorio (Glenberg e Kashak, 2003). Tuttavia questa ipotesi è stata prevalentemente testata con i gesti rappresentativi e solo recentemente gli studiosi del campo hanno iniziato a prendere in considerazione anche la gestualità simbolica (Alibali et al., 2014; Zwaan, 2014; Dijkstra & Post, 2015). Il motivo di questo nuovo interesse è giustificato dal fatto che anche se l'associazione tra significati e gesti è relativa perché può variare, ad esempio, in base alla cultura, una particolare associazione diventa, nel tempo, un'abitudine fisica e mentale per gli agenti di quella determinata cultura; di conseguenza, i significati veicolati da particolari gesti diventano fondati sull'uso abituale di parti del corpo, e, quindi, il loro significato astratto diventa incorporato nell'esperienza motoria.

Gli effetti che riguardano i movimenti della testa coinvolti nei gesti dell'annuire e dello scuotere la testa, che sono oggetto della nostra indagine sperimentale, sono stati studiati quasi esclusivamente all'interno di una linea di ricerca interessata all'influenza dei movimenti del corpo sulla generazione e sull'uso di atteggiamenti, attraverso paradigmi sperimentali in grado di rilevare, quindi, una compatibilità di tipo *bottom-up* (Wells & Petty, 1980; Tom et al., 1991; Förster and Strack, 1996; Briñol & Petty, 2003). Queste ricerche saranno illustrate e discusse nello specifico, nel prossimo paragrafo.

1.3.2 I gesti dell'annuire e dello scuotere la testa nell'*embodiment* sociale

Data la loro acquisizione precoce (Darwin, 1872; Guidetti, 2005) e il loro uso abituale nella comunicazione interpersonale (Jakobson, 1972; Ekman, 1979; Morris, 1979), i gesti dell'annuire e dello scuotere la testa sono stati da sempre stati rilevanti per la psicologia sociale e, più recentemente, per l'*embodied social cognition*. Questa branca dell'*embodiment*, infatti, è interessata alla relazione tra processi cognitivi di ordine superiore, come la valutazione e il giudizio, e i movimenti abituali del corpo e, più nello specifico, a come queste abitudini incorporate possano influenzare l'elaborazione di stimoli neutri o con valore sociale o affettivo.

Uno tra i primi e più famosi studi sull'argomento (Wells & Petty, 1980) ha dimostrato il ruolo causale dei due gesti della testa nella generazione di atteggiamenti. L'esperimento prevedeva una storia di copertura che presentava lo studio come una ricerca di mercato per testare la qualità di una marca di auricolari. I partecipanti erano stati divisi in due gruppi: al primo gruppo era stato chiesto di muovere la testa in su e in giù, verticalmente, durante l'ascolto in cuffia di un messaggio radiofonico su alcuni commenti di studenti riguardo l'ammontare delle tasse universitarie; mentre il

secondo gruppo doveva muovere la testa in orizzontale, scuotendola a destra e a sinistra, durante l'ascolto dello stesso messaggio. A entrambi i gruppi è stato chiesto, successivamente, di valutare il loro grado di accordo con il messaggio radiofonico appena ascoltato. Gli autori hanno trovato che i giudizi dei partecipanti erano stati influenzati compatibilmente con i diversi movimenti della testa: il gruppo che aveva espresso maggiore accordo con i contenuti del messaggio radiofonico era quello a cui era stato richiesto di annuire durante l'ascolto, mentre il gruppo che scuoteva la testa si era mostrato maggiormente in disaccordo. Questo effetto di compatibilità si era presentato sia nella condizione in cui i commenti ascoltati erano positivi sia quando erano negativi, quindi, indipendentemente dalla valenza dello stimolo. Gli autori, inoltre, avevano riscontrato che durante il compito di ascolto, la frequenza dei movimenti della testa aumentava in senso verticale per i messaggi con cui i partecipanti erano d'accordo e viceversa in senso orizzontale per i messaggi con cui erano in disaccordo.

Una replica di questo esperimento, condotta circa dieci anni dopo (Tom et al., 1991), ha riconfermato l'influenza dei due gesti sui giudizi dei partecipanti, questa volta nei confronti di un oggetto neutro: un gruppo doveva muovere la testa in verticale e l'altro gruppo in orizzontale mentre osservavano una penna posta sul tavolo al quale erano seduti. Successivamente ai partecipanti veniva offerta una nuova penna, chiedendo se la preferissero alla vecchia penna. Il gruppo a cui era stato richiesto di annuire aveva scelto di tenere la vecchia penna, cioè quella osservata durante il movimento della testa, mentre il gruppo a cui era stato chiesto di scuoterla aveva preferito la nuova penna. Anche in questo caso, quindi, gli atteggiamenti sono stati determinati dai comportamenti motori eseguiti precedentemente.

Förster e Strack (1996), utilizzando lo stesso paradigma di Wells e Petty, trovarono un effetto simile ad un altro livello di elaborazione. Il compito dei partecipanti consisteva nel muovere la testa in verticale e in orizzontale ma questa volta, nel frattempo, dovevano apprendere una lista di parole con valenza positiva e negativa. Gli autori hanno scoperto che le parole positive apprese mentre si annuiva erano state ricordate di più di quelle negative che, al contrario, erano state ricordate di più quando veniva richiesto di scuotere la testa. Gli autori hanno interpretato questi dati come conseguenza di un "meccanismo di compatibilità concettuale-motoria", per cui i movimenti della testa verticali sono compatibili con contenuti concettuali positivi e facilitano la generazione di pensieri favorevoli, mentre la situazione inversa si verifica con i movimenti orizzontali. Nello stesso studio era stato usato anche il paradigma del doppio compito, riscontrando come l'incompatibilità tra l'azione motoria eseguita e il significato concettuale dello stimolo richiedesse più risorse cognitive. Da questi risultati, gli autori sono arrivati alla conclusione che quando un comportamento è fortemente associato a un certo tipo di pensieri o sentimenti, in modo tale che solitamente si verificano insieme, questo comportamento richiede meno sforzo cognitivo per essere eseguito

rispetto a comportamenti che invece non sono normalmente associati a quei contenuti (Förster & Strack, 1997).

Un altro studio in cui sono stati manipolati i movimenti della testa ha dimostrato che il grado di persuasione di un messaggio può aumentare o diminuire compatibilmente con il movimento della testa eseguito mentre lo si ascolta (Briñol & Petty, 2003). Il paradigma utilizzato era quello classico: annuire e scuotere la testa durante l'ascolto di un messaggio. L'informazione contenuta nel messaggio poteva essere di due tipi, forte o debole: il messaggio riguardava la necessità per gli studenti universitari di possedere una tessera identificativa, la motivazione fornita per giustificare questa necessità poteva riguardare o questioni legate alla sicurezza dello studente (argomento forte) o questioni riguardanti i benefici di cui avrebbero goduto le guardie di sicurezza con il nuovo sistema (argomento debole). Gli autori trovarono che il gruppo a cui era stato richiesto di annuire aveva generato opinioni più favorevoli nei confronti della proposta, rispetto al gruppo che invece doveva scuotere la testa. Tuttavia, quando l'argomento era debole il gruppo che doveva annuire ha riportato commenti meno favorevoli. Questa differenza tra gli effetti dei due tipi di argomento è stata giustificata come conseguenza del fatto che i due movimenti della testa avevano assunto la funzione di *feedback*, rinforzando o indebolendo le proprie percezioni: se l'argomento veniva interpretato come forte, l'annuire confermava questa interpretazione, aumentando la sua influenza; allo stesso modo, se l'argomento veniva considerato debole, l'annuire portava comunque a una conferma di questa percezione, indebolendo la sua influenza. Di contro, lo scuotere la testa aveva portato all'effetto opposto in entrambe le condizioni. Questo aumento o diminuzione di fiducia nei confronti del messaggio era dipeso, quindi, dal fatto che i due gesti della testa erano serviti come segnali propriocettivi della bontà o meno dei propri pensieri. Questa interpretazione però, come fece notare successivamente Förster (2004), poteva applicarsi solo ai casi di comunicazione persuasiva, in cui, cioè, per l'oggetto in questione non si era precedentemente consolidata un'opinione o un atteggiamento forte. Per questo motivo, l'autore decise di replicare l'esperimento e di testare l'influenza dei due gesti sui giudizi riguardanti oggetti ben noti (prodotti alimentari) e verso cui ci si era già costruiti un'opinione forte. L'esperimento prevedeva che i partecipanti seguissero con la testa il movimento di alcuni stimoli sullo schermo di un computer, sia in verticale che in orizzontale. Come risultato della manipolazione si ottenne che l'induzione del movimento dell'annuire aveva portato a valutazioni più positive riguardo oggetti verso cui si aveva già un atteggiamento favorevole (caramelle) ma in nessun modo aveva migliorato la valutazione di oggetti considerati sgradevoli (polmone di manzo). Analogamente, l'azione dello scuotere la testa aveva aumentato la percezione della spiacevolezza di oggetti con valenza negativa ma non aveva influenzato i giudizi sugli oggetti considerati piacevoli.

L'effetto di compatibilità motoria riscontrato in questo tipo di esperimenti dimostra come le espressioni del corpo possono influenzare processi cognitivi di ordine superiore come la valutazione e il giudizio, non solo per oggetti neutri o non familiari ma anche per oggetti verso cui si è consolidata una certa opinione. Inoltre, è bene specificare come l'effetto di questi comportamenti motori sia automatico e implicito e, di conseguenza, difficile da controllare, proprio perché in nessun caso i partecipanti degli esperimenti appena descritti erano consapevoli del significato dei movimenti che stavano eseguendo, dal momento che a tutti veniva fornita una storia di copertura.

In conclusione, quindi, gli studi che hanno coinvolto i gesti della testa hanno indagato esclusivamente una compatibilità di tipo *bottom-up*, con un focus orientato sulle implicazioni sociali ed emotive dei due gesti, tralasciando tutti quegli aspetti sensorimotori legati alla simulazione che sono stati messi in luce solo recentemente da una linea teorica che vede i gesti come delle forme particolari di azione simulata in grado di interagire con l'elaborazione cognitiva².

Uno studio recente (Osugi & Kawahara, 2017), che si avvicina a questo tipo di indagine, ad esempio, ha dimostrato che i movimenti verticali e orizzontali della testa possono compatibilmente generare impressioni e atteggiamenti anche quando li si osserva compiere da un altro agente, e non solo quando li si esegue in prima persona. In questo esperimento, i partecipanti dovevano osservare video di modellini in 3d di figure femminili che potevano annuire o scuotere la testa. Nella fase successiva, veniva chiesto di valutare su una scala il grado di attrattività, disponibilità all'approccio e piacevolezza delle figure. I risultati hanno dimostrato che quando il modellino annuiva la percezione della sua piacevolezza e disponibilità aumentava considerevolmente, rispetto alla condizione in cui invece veniva osservato scuotere la testa. Gli autori ne hanno concluso che la causa di questo effetto risiede nella capacità dei due gesti della testa di attivare uno schema cognitivo contenente informazione sociale riguardante la possibilità per l'osservatore di evitare o avvicinare l'interlocutore. Infatti, essendo i due gesti dei segnali sociali comunemente utilizzati nelle interazioni di tutti i giorni e che servono da importanti *feedback* conversazionali nella comunicazione interpersonale, è plausibile aspettarsi che a questi movimenti sia associata una serie di informazioni riguardanti, per l'appunto, le modalità di interazione con gli altri. Secondo gli autori, in sintesi, quindi, i due gesti dovrebbero essere considerati come comportamenti di approccio ed evitamento.

L'ipotesi del nostro lavoro condivide questa posizione: se si analizzano i movimenti che compongono i due gesti della testa, infatti, è possibile notare come nell'annuire, la testa si muova in senso longitudinale, con uno spostamento che tipicamente inizia più in alto della linea dello sguardo per poi portarsi verso il corpo (Wagner, Malisz, Kopp, 2014), risultando, quindi, un movimento di approccio. Lo scuotere la testa da un lato all'altro, invece, può essere interpretato come simile al

² Questa ipotesi sarà approfondita nel prossimo capitolo, nella descrizione degli obiettivi e delle ipotesi del nostro lavoro.

movimento di evitamento di un oggetto indesiderato (Bousmalis, Mehu, Pantic, 2013). Questa interpretazione è in linea con quanto intuito da Darwin (1872) circa l'origine dei due gesti della testa, nel suo famoso studio sulle espressioni delle emozioni negli uomini e negli animali: secondo la sua teoria, il gesto dell'annuire ha le sue radici nell'azione infantile di accettazione del seno materno e del mantenimento del cibo nella bocca, mentre il gesto dello scuotere la testa trarrebbe la sua origine dall'azione del bambino di rifiutare il nutrimento.

Tuttavia, anche se l'annuire, usato per esprimere accettazione, e lo scuotere la testa, per esprimere rifiuto, sono una pratica molto diffusa in Occidente, questa pratica non può dirsi universale. Nel prossimo paragrafo discuteremo delle specificità culturali riguardanti i vari modi in cui è possibile incorporare diversi significati nei movimenti della testa, in base a diversi sistemi di pratiche, credenze e tradizioni di appartenenza.

1.3.3 Differenze culturali nell'incorporamento di assenso e dissenso

Oltre alla specificità del corpo, che può influire sul modo in cui agiamo nell'ambiente (Casasanto, 2009; Casasanto & Henne, 2012), un'altra importante fonte di variabilità è costituita dalle differenze culturali che influenzano il modo in cui usiamo il corpo nella comunicazione interpersonale. Un esempio paradigmatico è costituito dalla comunicazione gestuale: una serie di movimenti del corpo che non hanno alcuna funzionalità pratica (per esempio, di manipolazione di oggetti) ma che servono esclusivamente a veicolare, o rinforzare, informazioni ed emozioni (McNeill, 1992; Krauss et al., 1996; Krauss, 1998; Kita, 2009). Questa funzione comunicativa è inserita all'interno delle convenzioni sociali che sono apprese e modificate dalla cultura per poi diventare di uso abituale.

Diverse tipologie di gesti sono state classificate in base alla loro funzione comunicativa e al loro rapporto con il linguaggio parlato: i gesti rappresentativi, quelli interattivi e quelli che enfatizzano la prosodia o la struttura di un discorso (Hostetter & Alibali, 2008). Tra i primi, troviamo quei movimenti che rappresentano il contenuto del parlato, come i gesti deittici che puntano il referente concreto nello spazio fisico, i gesti iconici che lo raffigurano spazialmente e i gesti metaforici che raffigurano o indicano la posizione spaziale di concetti astratti. I gesti interattivi, invece, sono quelli che vengono usati per gestire i turni di parola e altri aspetti dell'interazione tra parlanti, come i gesti dell'annuire e dello scuotere la testa. Fatta esclusione per i gesti rappresentativi che intrattengono una forma di corrispondenza analogica con le proprietà fisiche dei referenti, i gesti simbolici sono fortemente arbitrari nel modo in cui mappano i significati.

Nella comunicazione interpersonale, si ricorre abitualmente all'uso dei gesti della testa per veicolare informazioni simboliche come, ad esempio, l'accordo o il disaccordo con l'interlocutore o con un'affermazione. Dal momento che non esiste un referente per il "sì" o per il "no" e, quindi, nessun tipo di isomorfismo o iconicità, è chiaro che la loro associazione con specifici movimenti della testa può essere facilmente arbitraria. Infatti, mentre negli Stati Uniti e in gran parte dell'Europa, il gesto verticale dell'annuire significa "sì" e quello dello scuotere la testa da un lato all'altro significa "no", in Grecia, Turchia e al sud d'Italia, per dire "no" si spinge la testa all'indietro e verso l'alto e, per dire "sì", la si inclina in avanti e verso il basso. Analogamente, in alcune parti dell'Iran e del Bengala, per dire "sì" la testa viene oscillata (Morris, 1979). In Bulgaria, invece, che costituisce il caso più particolare, la convenzione più diffusa è dire "sì" con un movimento orizzontale della testa e "no" con un movimento verticale, e, cioè, esattamente con le direzioni opposte a quelle occidentali (McClave, Kim, Tamer, Mileff, 2007).

Uno studio recente ha coinvolto partecipanti bulgari e americani con l'obiettivo di testare le differenze negli effetti di compatibilità motoria tra i due campioni (Andonova & Taylor, 2012). Ai partecipanti di entrambe le nazionalità era stato richiesto di seguire con la testa il movimento di pallini colorati proiettati sullo schermo di un computer, in due direzioni, verticale e orizzontale, e con due velocità, lenta e veloce. Quando il pallino cessava di muoversi, i partecipanti dovevano valutarne il colore su tre scale: piacevolezza, stato d'animo suscitato e luminosità. Come ipotizzato dagli autori, i dati non hanno evidenziato nessuna interazione tra cultura di appartenenza e giudizi sulla luminosità (condizione di controllo), mentre le differenze tra i campioni nelle valutazioni sulla piacevolezza e sull'umore hanno dimostrato che i due movimenti della testa non hanno influenzato le risposte allo stesso modo. Gli americani, infatti, avevano riportato un miglioramento dell'umore in seguito all'esecuzione di movimenti verticali, mentre i bulgari no. Inoltre, una velocità minore nell'esecuzione del movimento orizzontale ha prodotto nei bulgari valutazioni più positive dei colori rispetto agli americani. Tuttavia, in seguito all'esecuzione di movimenti orizzontali non è stato riscontrato nessun miglioramento dell'umore nei bulgari. Gli autori hanno interpretato questa differenza come l'effetto di una maggior esposizione da parte dei bulgari alla convenzione occidentale di muovere la testa (ad esempio, attraverso i media) rispetto agli americani che, al contrario, hanno meno familiarità con le culture che esprimono accordo e disaccordo con movimenti diversi. I risultati generali di questo studio sono stati interpretati come la prova del fatto che gli effetti di *embodiment* possono essere influenzati dall'accoppiamento abituale di azione e significato, il quale risulta essere fondato sulle pratiche culturali.

Questo studio di Andonova e Taylor costituisce uno dei rari casi di indagine cross-culturale all'interno della prospettiva dell'*embodiment*, dal momento che questa linea di ricerca, quando interessata alla relatività degli effetti di compatibilità, si focalizza maggiormente sulle differenze

legate alla specificità del corpo (Casasanto, 2009). Inoltre, questo studio si è limitato a indagare una compatibilità di tipo *bottom-up*, e, cioè, l'effetto dell'induzione dei due movimenti della testa sulla valutazione di stimoli. Di conseguenza, per poter confermare l'effettiva specificità culturale dell'*embodiment*, e ammettere l'influenza dell'associazione arbitraria tra significati e movimenti del corpo sulla cognizione, riteniamo che siano necessarie ulteriori indagini.

Per questo motivo, la ricerca sperimentale che abbiamo condotto, e che sarà presentata nel prossimo capitolo, ha incluso, tra gli esperimenti sulla compatibilità *top-down* con i gesti della testa, uno studio con campione di nazionalità bulgara, con l'obiettivo di portare evidenza alla questione della specificità degli effetti di *embodiment*.

2 PANORAMICA DELL'INDAGINE SPERIMENTALE

Come illustrato nel primo capitolo, la comunicazione non verbale sta acquisendo un rilievo crescente all'interno degli approcci *embodied* secondo cui il corpo gioca un ruolo fondamentale non solo nelle interazioni sociali ma anche nella cognizione. Infatti, l'uso abituale di movimenti di parti del corpo aventi funzione comunicativa, come i gesti che accompagnano il parlato, rende questi comportamenti fortemente associati a contenuti sia cognitivi che emotivi (Barsalou, Niedenthal et al., 2003; Niedenthal et al., 2005; Barsalou, 2008; Horstmann & Ansorge, 2011), e proprio per questo motivo costituiscono un ambito molto fertile per studiare la relazione ipotizzata esistere tra cognizione e meccanismi sensorimotori (Krauss et al., 2000; Goldin-Meadow, 2003; Hostetter & Alibali, 2008; Pouw et al., 2014).

Alcuni ricercatori, ad esempio, hanno dimostrato che l'elaborazione del comportamento non verbale è basato sul meccanismo automatico della simulazione (Goldman, 1993; Gallese & Goldman, 1998; Gallese, 2001) che ha le sue radici nel meccanismo dell'imitazione cinestetica (Meltzoff & Gopnik, 1993; Chartrand & Bargh, 1999; Dijksterhuis & Bargh, 2001; Hostetter & Alibali, 2008). In particolare, secondo la recente teoria dei "*Gestures as Simulated Action*" (GSA) (Hostetter & Alibali, 2008; 2010) i gesti sono considerati una forma speciale di azione che deriva dalle simulazioni sensorimotorie e che, in quanto tali, è plausibile ritenere che interagiscano con l'elaborazione cognitiva, generando effetti di compatibilità (Alibali et al., 2014). La simulazione sensorimotoria è, infatti, uno dei principali meccanismi alla base degli effetti di compatibilità trovati con l'elaborazione cognitiva (Dijkstra & Post, 2015), meccanismo che si teorizza essere influenzato dall'esperienza (Zwaan & Madden, 2005; Zwaan & Taylor, 2006; Pecher & Winkielman, 2013) e presentarsi in modo istantaneo, automatico e inconsapevole (Moors & De Houwer, 2006; Shtyrov, Butorina, Nikolaeva & Stroganova, 2014).

Tra le varie espressioni del corpo, i gesti dell'annuire e dello scuotere la testa assumono particolare importanza per questo tipo di studi perché sono tra i primi comportamenti non verbali acquisiti dai neonati (insieme al gesto della mano usato per dire "ciao") (Darwin, 1872; Bates, Camaioni, Volterra, 1975), e per i bambini fino ai 16 mesi costituiscono l'unico mezzo per esprimere accettazione e rifiuto (Guidetti, 2005). Col crescere, questi due gesti assumono un'importante funzione comunicativa e sociale in quanto vengono comunemente utilizzati nelle interazioni con gli altri non solo come *feedback* conversazionali ma anche per esprimere atteggiamenti, intenzioni e emozioni, come l'accettazione e l'accordo o il rifiuto e il disaccordo (Jakobson, 1972; Ekman, 1979; Morris, 1979; Poggi, D'Errico, Vincze, 2010; Wagner et al., 2014).

Tuttavia, questo tipo di gesti non ha ricevuto le dovute attenzioni all'interno degli approcci *embodied* e per questo motivo, come affrontato nel precedente capitolo, abbiamo ritenuto interessante indagare la loro relazione con un particolare tipo di valutazione, quella del valore di verità di frasi, che chiama in causa processi cognitivi di alto livello come la comprensione del linguaggio, la valutazione e il giudizio, contribuendo così alla recente letteratura in merito. In particolare, la presente indagine sperimentale è nata con l'obiettivo di esaminare la relazione tra l'elaborazione cognitiva, di stimoli accettabili e rifiutabili, e i due gesti dell'annuire e dello scuotere la testa, testando la presenza di un effetto di compatibilità motoria di tipo *top-down*.

L'ipotesi del lavoro è che l'elaborazione di contenuti accettabili o con cui si è in accordo e, cioè, aventi un valore positivo, è in grado di attivare automaticamente la simulazione (parziale) del movimento dell'annuire, tipicamente eseguito per comunicare assenso, accordo e accettazione, e che l'elaborazione di contenuti rifiutabili o con cui si è in disaccordo, aventi valore negativo, attivi la simulazione (parziale) del movimento dello scuotere la testa, tipicamente eseguito per comunicare dissenso, disaccordo e rifiuto. L'aspettativa generale era quella di rilevare un effetto di facilitazione o di interferenza nei tempi di elaborazione in base alla compatibilità o meno tra il valore dello stimolo e la direzione, verticale o orizzontale, dei movimenti coinvolti nei due gesti della testa.

Per testare questa ipotesi, abbiamo ideato un'innovativa procedura sperimentale attraverso cui è stato reso possibile controllare il movimento di una serie di stimoli linguistici sullo schermo del computer direttamente con l'azione della testa. La procedura è stata gestita utilizzando un programma personalizzato scritto in Visual Basic 6 che si serve del *software* libero 'Enable Viacam v.1.7.2' (CREA Software, rilasciato sotto la licenza GNU "General Public License", www.crea-si.com) che, utilizzando una comune webcam, è in grado di catturare i movimenti della testa e convertirli nell'azione del puntatore del mouse.

Il compito principale consisteva nel trascinare, attraverso il controllo del puntatore del mouse con la testa, diversi tipi di frasi, che comparivano una alla volta all'interno di una casella al centro dello schermo, verso uno dei quattro lati dello schermo, in orizzontale o in verticale, in condizioni compatibili e incompatibili, e, cioè, in cui il movimento richiesto poteva coincidere o non coincidere con il movimento simulato ipotizzato.

La variabile principale di interesse erano i tempi di risposta che sono stati registrati dallo stesso programma personalizzato dal momento in cui la casella al centro dello schermo veniva cliccata e la frase compariva, al momento in cui lo spostamento della casella aveva inizio, e cioè quando il cursore raggiungeva una distanza di 20 pixel dal suo punto di partenza, sia in verticale che in orizzontale. Questa misura è stata scelta per massimizzare la sensibilità ai movimenti di risposta e minimizzare gli eventuali movimenti random (inferiori a un'ampiezza di 20 pixel).

I tempi di risposta così registrati sono stati analizzati con la tecnica del *Linear Mixed Modeling* (LMM) (Brysbaert, 2007; Baayen, Davidson, Bates, 2008; Baayen & Milin, 2010), una procedura raccomandata per i disegni a misure ripetute che coinvolgono stimoli linguistici perché consente, nel calcolo delle statistiche, di tener conto contemporaneamente della varianza dovuta alle differenze individuali dei soggetti partecipanti e di quella dovuta alle caratteristiche intrinseche degli item (come la lunghezza della frase, la complessità di lettura o la familiarità delle parole).

Le analisi sono state compiute sul *software* statistico R 3.3.2 (<http://www.r-project.org/>) usando il pacchetto lme4 (Bates, Maechler, Bolker, Walker, 2015); le statistiche F sono state ottenute usando la funzione Anova del pacchetto *lmerTest* (<https://cran.r-project.org/package=lmerTest>); i gradi di libertà sono stati stimati con l'approssimazione Satterthwaite, mentre i valori dell'Eta quadro sono stati calcolati usando la funzione eta_sq del pacchetto sj_stats (<https://cran.r-project.org/package=sjstats>). Tutte le analisi sono state condotte a partire dal modello più semplice fino ad arrivare a un modello completo finale adatto ai dati. Ciascun modello ha avuto come variabile dipendente i tempi di risposta, e i soggetti e gli item come fattori random. I fattori fissi e le random *slopes*, invece, sono stati definiti di volta in volta sulla base delle ipotesi e dei risultati³.

L'indagine ha incluso, in totale, 9 esperimenti, divisi in 4 studi principali (Tab. 1). Il primo studio (Moretti & Greco, 2018), costituito da 3 esperimenti, ha esaminato l'attivazione della simulazione dei due gesti della testa con la valutazione esplicita del valore di verità di una serie di frasi oggettivamente vere e false. L'aspettativa era di riscontrare un effetto di compatibilità motoria, e, cioè, tempi di risposta minori quando il movimento richiesto per valutare le frasi come vere era orientato verticalmente e quando il movimento da fare per valutare le frasi come false era orientato orizzontalmente. La compatibilità che abbiamo ipotizzato presentarsi in questo primo esperimento è stata definita "semantica" in quanto basata sull'elaborazione del significato della frase, a partire dal quale è possibile compiere la valutazione del valore di verità. Diversamente, quando la stessa valutazione doveva essere compiuta senza muovere la testa (secondo esperimento) o quando il compito non richiedeva una valutazione del valore di verità (terzo esperimento), non ci si aspettava nessun tipo di compatibilità.

Il secondo studio, invece, costituito da 2 esperimenti, ha indagato l'attivazione della simulazione dei due gesti con la valutazione esplicita del valore di verità di una serie di frasi esperimenti giudizi soggettivi, e, quindi, valutabili sulla base delle preferenze personali. L'aspettativa era di replicare l'effetto di compatibilità semantica quando la valutazione del valore di verità avveniva con la testa (primo esperimento) e non col mouse (secondo esperimento). In

³ Le medie originali dei tempi di risposta, le statistiche descrittive e i dati ANOVA dei modelli di tutti gli esperimenti sono riportati in Appendice.

aggiunta, in questo studio, l’aspettativa era di trovare anche un altro tipo di compatibilità definita “affettiva” e ipotizzata verificarsi con il valore positivo o negativo dell’oggetto delle frasi, e, quindi, indipendentemente dal valore di verità; per cui ci si aspettava tempi di risposta minori quando le frasi riguardanti oggetti piacevoli venivano spostate in verticale e quando le frasi con oggetti spiacevoli venivano spostate in orizzontale, con la testa.

Il terzo studio, costituito da 2 esperimenti, ha esaminato l’attivazione dei due gesti della testa in un compito implicito, ovvero senza la richiesta esplicita della valutazione del valore di verità. L’aspettativa, per questo studio, era quella di riscontrare solo il tipo di compatibilità affettiva perché indipendente dalla valutazione (esplicita) del valore di verità delle frasi. L’obiettivo specifico di questo studio è stato quello di testare il grado di automaticità dell’effetto e, cioè, di verificare l’attivazione della simulazione al livello iniziale dell’elaborazione dello stimolo e non al livello successivo della sua valutazione esplicita.

Infine, i 2 esperimenti del quarto studio, costituiscono una replica del primo esperimento del primo studio ma utilizzando un campione di nazionalità bulgara. L’aspettativa generale era quella di trovare un effetto di compatibilità motoria con le direzioni inverse dei due gesti rispetto a quelle della cultura occidentale (vero-orizzontale; falso-verticale), che i bulgari usano tipicamente per comunicare assenso e dissenso, quando gli stimoli da valutare erano in lingua bulgara (primo esperimento). Al contrario, quando gli stimoli erano in lingua inglese (secondo esperimento), abbiamo ipotizzato presentarsi una compatibilità con le direzioni dei due gesti tipiche della cultura occidentale (vero-verticale; falso-orizzontale).

| ESPERIMENTO | VALUTAZIONE | VALORE DEGLI STIMOLI | MODALITÀ DI RISPOSTA | DIREZIONI DELLA COMPATIBILITÀ |
|-------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|---|
| 1 | ESPLICITA | VERO/FALSO | TESTA | VERO-VERTICALE/FALSO-ORIZZONTALE |
| 2 | ESPLICITA | VERO/FALSO | MOUSE | NESSUNA |
| 3 | ESPLICITA | NESSUNO | TESTA | NESSUNA |
| 4 | ESPLICITA | POSITIVO/NEGATIVO | TESTA | VERO-VERTICALE/FALSO-ORIZZONTALE + POSITIVO-VERTICALE/NEGATIVO-ORIZZONTALE |
| 5 | ESPLICITA | POSITIVO/NEGATIVO | MOUSE | NESSUNA |
| 6 | IMPLICITA | VERO/FALSO + POSITIVO/NEGATIVO | TESTA | POSITIVO-VERTICALE/NEGATIVO-ORIZZONTALE |
| 7 | IMPLICITA | POSITIVO/NEGATIVO | TESTA | POSITIVO-VERTICALE/NEGATIVO-ORIZZONTALE |
| 8 | ESPLICITA | VERO/FALSO (IN BULGARO) | TESTA | VERO-ORIZZONTALE/FALSO-VERTICALE |
| 9 | ESPLICITA | VERO/FALSO (IN INGLESE) | TESTA | VERO-VERTICALE/FALSO-ORIZZONTALE |

Tabella 1. Riepilogo degli esperimenti.

2.1 Esperimento 1

2.1.1 Metodo

Partecipanti

Un totale di 96 studenti (di cui 82 di sesso femminile, età media 21.5, ds 4.91) ha preso parte all'esperimento in cambio di crediti formativi. Tutti i partecipanti avevano una percezione normale dei colori e un'acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto all'inizio dell'esperimento. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a due gruppi (A = 48; B = 48).

Materiali e apparato

Il monitor del computer (un HP1955 LCD schermo piatto a colori da 19 pollici) utilizzato per l'esperimento era posizionato a una distanza di circa 60 cm dalla posizione in cui i partecipanti erano seduti. La webcam utilizzata, montata al centro del lato superiore dello schermo, era una Logitech C210, con una frequenza richiesta di 30 frame per secondo. L'esperimento era costituito da una sessione di pratica, seguita dal compito principale e, infine, dalla fase di debriefing.

Il compito principale era costituito da due blocchi: il gruppo A aveva nel primo blocco la condizione compatibile e nel secondo blocco la condizione incompatibile, mentre per il Gruppo B l'ordine dei blocchi era invertito.

Gli stimoli del compito principale erano in totale 120 dichiarazioni semplici costituite da una sola frase, di cui 60 oggettivamente vere e 60 oggettivamente false. In ciascun blocco venivano mostrate: 10 frasi vere con verbi copulativi (ad es.: "Il tennis è uno sport") e 10 false ("Il canarino è un mammifero"), più 20 frasi vere con verbi predicativi ("Il gatto miagola") e 20 false ("La lumaca corre"); per un totale di 60 frasi per blocco, mostrate in ordine random diversificato per ogni partecipante.

2.1.2 Procedura

L'esperimento si è svolto in una stanza luminosa, tranquilla e separata dalla stanza degli sperimentatori. I partecipanti venivano fatti accomodare su una sedia posizionata di fronte al computer e gli veniva richiesto di mantenere il busto il più fermo possibile durante tutta la durata dell'esperimento. Inizialmente sullo schermo apparivano le seguenti istruzioni: "In questo esperimento controllerai il puntatore del mouse con i movimenti della testa. La webcam che vedi sul monitor è usata per catturare questi movimenti e funziona in questo modo: muovendo la testa muoverai il puntatore, tenendo ferma la testa il puntatore farà un click".

All'inizio della sessione di pratica le istruzioni richiedevano ai partecipanti di tenere lo sguardo fisso su una croce che appariva al centro dello schermo e di non muovere la testa in modo

da permettere al software di calibrare la webcam. La calibrazione permetteva di impostare Eviacam di modo che quando si teneva fermo il puntatore su un punto dello schermo questa operazione generasse il click del tasto sinistro del mouse. Quando la calibrazione era finita, un messaggio richiedeva ai partecipanti di abbandonare il mouse (fino a quel momento usato per procedere con le istruzioni) e di usare i movimenti della testa per controllare il puntatore. A quel punto compariva una schermata grigia con al centro una casella nera (di circa 11x3cm) e i partecipanti venivano istruiti a muovere la loro testa per posizionare il puntatore all'interno della casella e a rimanere fermi fino a che non sentivano il suono del click. Ad ogni click la casella cambiava di posizione, in alto e in basso, per sei volte. La schermata successiva istruiva i partecipanti a trascinare le caselle, in orizzontale e in verticale. In questa fase, dopo il click, all'interno della casella compariva la scritta "Questa è una frase" e a ognuno dei quattro lati dello schermo compariva una barra gialla (15 mm). Ai partecipanti veniva richiesto di trascinare la casella verso una delle barre gialle e di fermarsi quando sentivano nuovamente il suono del click. Ogni volta che le barre gialle laterali venivano raggiunte dalla casella, questa riappariva al centro dello schermo, in modo da permettere di fare pratica con tutte le direzioni (su, giù, destra, sinistra) nell'ordine preferito dal partecipante. Questa sessione di pratica veniva ripetuta fino a che il partecipante non aveva acquisito piena dimestichezza con il controllo dei movimenti della testa.

Successivamente aveva inizio il compito principale. Le istruzioni spiegavano ai partecipanti che all'interno della casella nera centrale sarebbero comparse, una alla volta, delle frasi che potevano essere vere o false e che il compito consisteva nel valutare le frasi trascinandole verso uno dei quattro lati dello schermo dove sarebbero comparse delle barre con l'etichetta "Vero" o "Falso". Le barre erano posizionate come le barre gialle nella fase di pratica ma nella condizione compatibile, le barre "Vero" comparivano ai lati superiore e inferiore dello schermo (sull'asse verticale) mentre le barre "Falso" ai lati destra e sinistra (sull'asse orizzontale); nella condizione incompatibile, invece, la posizione delle barre era invertita, richiedendo quindi le direzioni opposte dei movimenti per i due tipi di valutazione. I partecipanti potevano scegliere ogni volta liberamente la direzione delle loro risposte, e cioè su quale barra laterale trascinare la casella in cui compariva la frase, per valutarne il valore di verità.

Alla fine del compito, ai partecipanti sono state poste le domande di debriefing sulle le eventuali difficoltà riscontrate durante la procedura sperimentale e per verificare se avessero scoperto l'ipotesi sperimentale.

Analisi dei dati

I tempi di risposta sono stati sottoposti a pulizia: le prime otto prove di ogni blocco sono state rimosse perché considerate pratica aggiuntiva (1%) insieme alle prove con i tempi di risposta

inferiori a 300 msec (0.7%), considerati come anticipazioni, e quelle con i tempi superiori a 3000 msec (6.7%), considerati come tempi *outlier*. Dal momento che la distribuzione risultava distorta verso destra, i dati sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (riducendone la distorsione da 0.82 a -0.12).

2.1.3 Risultati

Il primo modello ha incluso: come fattori fissi, l'interazione di Blocco (Blocco 1/Blocco 2) X Gruppo (Gruppo A/Gruppo B), il Blocco, la Costruzione Grammaticale (Copulativa/Predicativa) e il Valore di Verità delle frasi (Vero/Falso), e i soggetti e le frasi come fattori random [Tavola 1(a)].

Dato il disegno a blocchi, l'effetto della pratica è risultato significativo, con tempi di risposta minori nel Blocco 2 rispetto al Blocco 1, in entrambi i gruppi [$F(1,116) = 9.15$, $ES = 0.014$, $p = .003$]. In linea con le aspettative, è risultata significativa l'interazione tra Blocco e Gruppo [$F(1,8032) = 39.41$, $ES = 0.01$, $p < .001$] nella direzione della compatibilità ipotizzata (Fig.1). Non è stato trovato nessun effetto principale del Gruppo [$F(1,94) = 0.13$, $ES = 0.03$, $p = .72$] né della Costruzione Grammaticale [$F(1,116) = 1.25$, $ES = 0.015$, $p = .27$]. Il Valore di Verità, invece, è risultato un fattore significativo perché le frasi false hanno richiesto tempi di risposta maggiori rispetto alle frasi vere [$F(1,116) = 47.57$, $ES = 0.011$, $p < .001$].

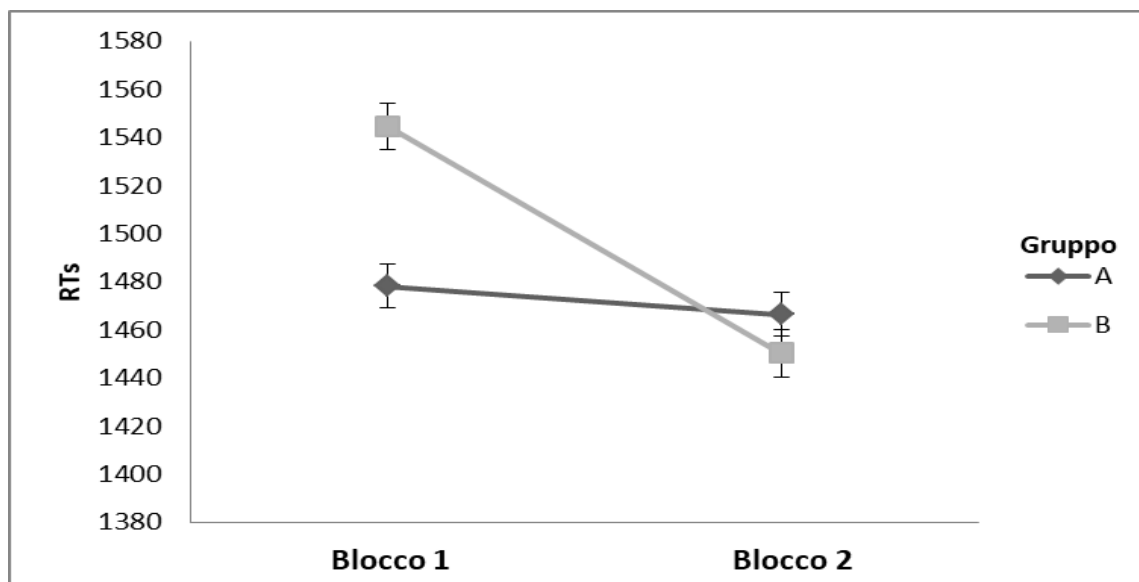


Figura 1 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nel Blocco 1 e nel Blocco 2 per il Gruppo A e il Gruppo B dell'Esperimento 1. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Data l'interazione tra Blocco e Gruppo, nelle analisi successive abbiamo controllato l'effetto della Condizione (Condizione Compatibile: Blocco1 del GruppoA & Blocco2 del GruppoB/Condizione Incompatibile: Blocco2 del GruppoA & Blocco1 del GruppoB). Il secondo

modello includeva le intercette random e le *slopes* random per l'effetto della Condizione sia per i soggetti che per gli item. I fattori fissi erano l'interazione di Condizione X Gruppo, il Valore di Verità e la Costruzione Grammaticale [Tavola 1(b)].

In linea con le ipotesi, la Condizione è risultata significativa: i tempi di risposta sono stati più veloci nella Condizione Compatibile rispetto alla Condizione Incompatibile [$F(1,92) = 6.06$, $ES = 0.012$, $p = .02$] (Fig. 1.2). Il Valore di Verità si è confermato significativo [$F(1,115) = 39.95$, $ES = 0.013$, $p < .001$] insieme all'interazione tra la Condizione e il Gruppo, e cioè l'effetto del Blocco, che si è confermata significativa [$F(1,177) = 5.97$, $ES = 0.035$, $p = .02$].

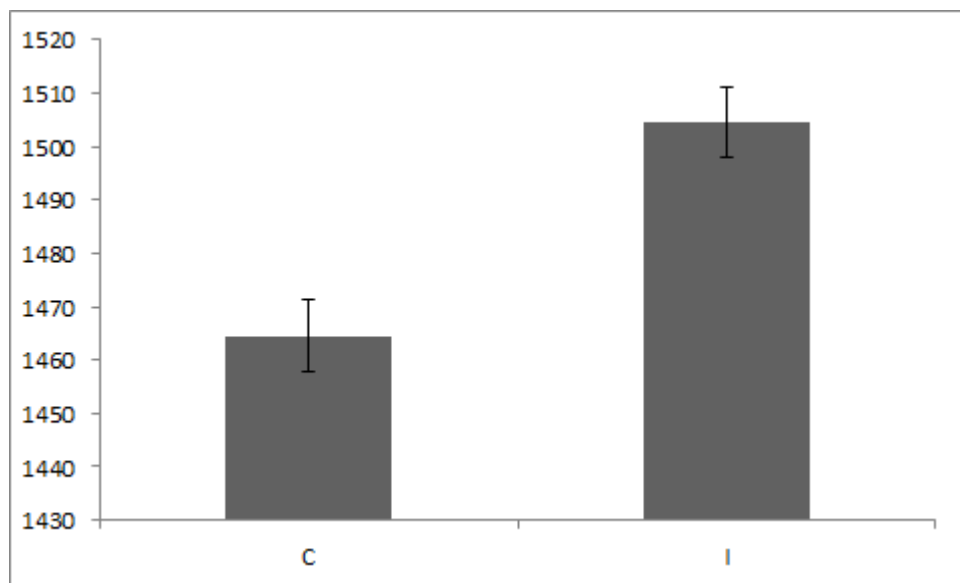


Figura 1.2 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) dell'Esperimento 1. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Per esaminare una possibile interazione tra il Valore di Verità e la Condizione è stato costruito un terzo modello con l'interazione di Condizione X Gruppo X Valore di Verità, più la Costruzione Grammaticale come fattori fissi, e come intercette e *slopes* random le stesse del secondo modello [Tavola 1(c)].

Si sono confermati fattori significativi la Compatibilità [$F(1,93) = 5.98$, $ES = 0.012$, $p = .02$] e il Valore di Verità [$F(1,115) = 46.43$, $ES = 0.016$, $p < .001$]. Anche l'interazione tra Condizione e Valore di Verità è risultata significativa [$F(1,1125) = 10.60$, $ES = 0.010$, $p = .001$] con una maggiore differenza tra le due condizioni per le frasi vere (Fig. 1.3).

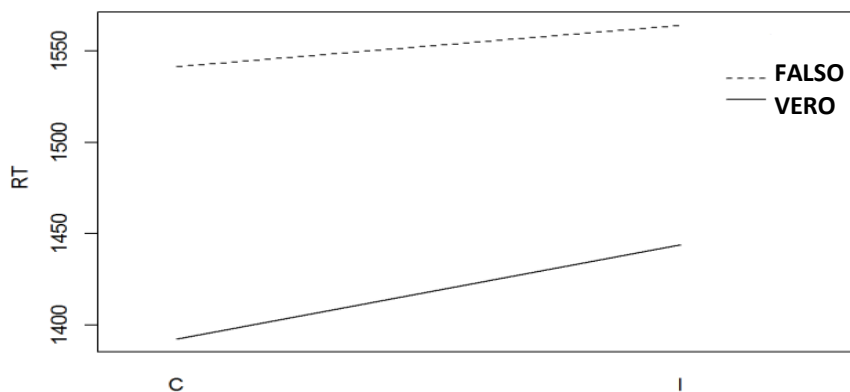


Figura 1.3 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) per le frasi Vere e False dell'Esperimento 1.

Il modello finale ha incluso l'interazione di Condizione X Gruppo, il Valore di Verità e la Costruzione Grammaticale come fattori fissi, e le intercette random e le *slopes* random per l'effetto della Condizione, l'effetto del Valore di Verità e la loro interazione per i soggetti, e le *slopes* random per l'effetto della Condizione per gli item [Tavola 1 (d)].

In linea con le aspettative, la differenza tra la condizione Compatibile e quella Incompatibile si è riconfermata significativa [$F(1,93) = 3.91$, $ES = 0.011$, $p = .05$, $\eta^2 = .07$], così come la differenza tra frasi Vere e frasi False [$F(1,129) = 41.35$, $ES = 0.014$, $p < .001$]. Anche l'interazione tra Compatibilità e Gruppo si è riconfermata significativa [$F(1,176) = 6.05$, $ES = 0.035$, $p = .01$].

Infine, per analizzare le differenze nei tempi di risposta tra le 4 direzioni di movimento (Su, Giù, Destra, Sinistra) per i 2 tipi di frase (Vero/Falso), abbiamo eseguito un'Anova a misure ripetute con la Direzione del Movimento e il Valore di Verità come fattori *within*.

In linea con l'analisi dei modelli misti, l'interazione tra i due fattori è risultata significativa [$F(2.1,168) = 4.02$, $p = .02$]⁴. L'analisi post hoc dei confronti a coppie (con correzione di Bonferroni) ha mostrato come le frasi vere siano state spostate più velocemente in alto rispetto che in basso ($p < .05$) e rispetto alla destra ($p < .01$) e alla sinistra ($p < .05$); mentre le frasi false sono state spostate più velocemente verso destra rispetto che verso il basso ($p < .01$) e verso sinistra rispetto che verso il basso ($p = .01$) (Fig. 1.4).

⁴ Valori con la correzione di Huynh-Feldt. Questa correzione è stata applicata nei casi in cui il test di sfericità di Mauchly era significativo.

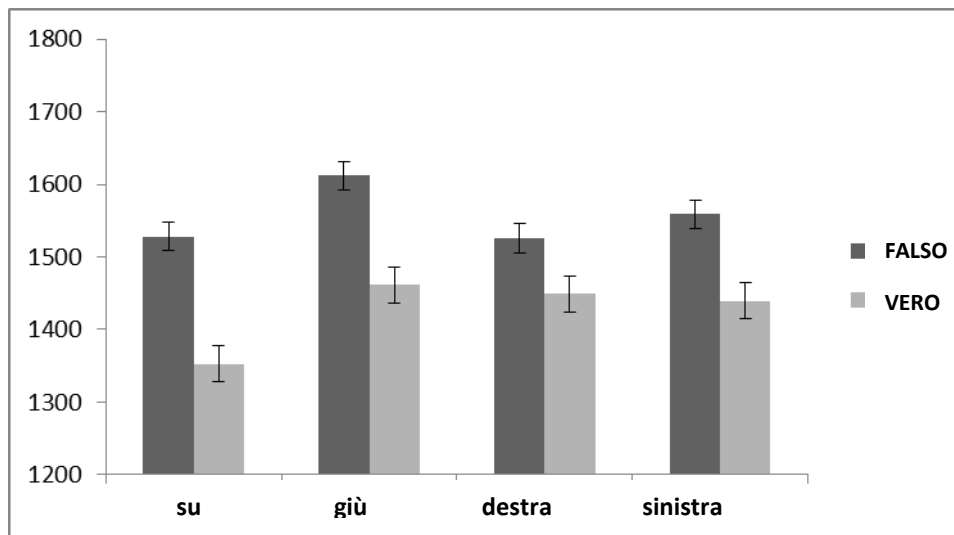


Figura 1.4 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nelle quattro direzioni di risposta (Su, Giù, Destra, Sinistra) per le frasi Vere e False dell’Esperimento 1. Le barre d’errore indicano l’errore standard.

2.1.4 Discussione

I risultati di questo primo esperimento hanno mostrato come i tempi di risposta siano stati più veloci quando il movimento richiesto per valutare le frasi come vere era orientato verticalmente, e, cioè, compatibilmente con la direzione del movimento tipicamente eseguito nel gesto dell’annuire, e quando il movimento richiesto per valutare le frasi come false era orientato orizzontalmente, compatibilmente con la direzione del movimento dello scuotere la testa. Al contrario, i tempi si sono allungati nella condizione incompatibile, quando il movimento richiesto era nella direzione opposta, e cioè orizzontale per le frasi vere e verticale per le frasi false. Questo risultato, confermato anche dal modello più complesso, può essere interpretato come la prova della presenza di un effetto di compatibilità motoria tra la valutazione del valore di verità di frasi e i movimenti verticali e orizzontali coinvolti nei due gesti della testa.

L’analisi delle quattro direzioni di spostamento degli stimoli sull’asse orizzontale e verticale ha confermato ulteriormente l’ipotesi: le frasi vere sono state spostate più velocemente verso l’alto, mentre le frasi false verso destra. Il gesto dell’annuire, infatti, è un movimento verticale della testa che va dall’alto verso il basso e quello dello scuotere la testa da destra verso sinistra (Wagner et al., 2014). Dal momento che il tempo di risposta e la sua direzione venivano registrati nei primi 20 pixel, una distanza minima dal punto di inizio del movimento, è chiaro che il tempo così registrato corrisponde al tempo del primo segmento di movimento del gesto simulato.

Un altro risultato interessante ha riguardato l’effetto del valore di verità: le frasi false sono state più difficili da elaborare perché hanno richiesto un tempo maggiore per essere valutate rispetto alle frasi vere. Questo dato sembrerebbe confermare quanto già trovato precedentemente negli studi

sulla veridicità dei giudizi (Carpenter & Just, 1975; Wason, 1980; Fischler, Bloom, Childers, Roucos, Perry, 1983; si veda anche Hald, Hocking, Vernon, Marshall, Garnham, 2013). Tuttavia, nonostante la differenza significativa riscontrata tra frasi vere e false, entrambe sono state elaborate più velocemente nella condizione compatibile rispetto a quella incompatibile.

Sulla base di questi dati, per escludere la possibilità che l'effetto di compatibilità motoria trovato in questo esperimento fosse in realtà dovuto a un effetto di compatibilità spaziale con le dimensioni della verticalità e orizzontalità, abbiamo condotto un secondo esperimento usando gli stessi stimoli e la stessa procedura del primo esperimento ma utilizzando come modalità di risposta il movimento del mouse, al posto dei movimenti della testa.

2.2 Esperimento 2

2.2.1 Metodo

Partecipanti

In totale hanno partecipato all'esperimento 75 studenti (di cui 49 di sesso femminile, età media 22.43, ds 7.19) in cambio di crediti formativi. Tutti i partecipanti erano destrimani o abituati ad usare il mouse con la destra, con una percezione normale dei colori e un'acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto prima dell'inizio dell'esperimento. Nessun partecipante ha preso parte all'esperimento precedente. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a due gruppi (C = 38; D = 37).

Materiali e apparato

L'apparato e gli stimoli utilizzati erano gli stessi del primo esperimento. Per evitare una possibile distorsione delle risposte dovuta a un'eccessiva sensibilità del mouse, la sua velocità è stata rallentata attraverso la funzione SystemParametersInfo (valore del pvParam = 4), inclusa nella libreria Api di Windows user32.dll, parametro SPI_SETMOUSESPEED.

2.2.2 Procedura

L'esperimento è avvenuto in una stanza separata e tranquilla. Le istruzioni, la sessione di pratica e il compito principale erano uguali a quelli del primo esperimento, fatta eccezione per i vari riferimenti ai movimenti della testa che sono stati sostituiti con riferimenti ai movimenti del mouse.

Come nel primo esperimento, dopo la sessione di pratica, il primo gruppo (Gruppo C) iniziava il compito principale con la condizione compatibile nel primo blocco, e quella incompatibile nel secondo blocco, mentre per il secondo gruppo (Gruppo D) l'ordine dei blocchi era invertito.

Analisi dei dati

Come nel primo esperimento, il tempo che intercorreva tra la comparsa della frase e l'inizio del movimento (20 pixel) veniva registrato come tempo di risposta. Per la pulizia dei dati sono stati utilizzati gli stessi criteri del primo esperimento: le prime 8 prove per ogni blocco, le prove con i tempi inferiori a 300 msec (0.4%) e superiori a 3000 msec (4%) sono state rimosse, e i tempi restanti sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (la distorsione della distribuzione è diminuita da 0.99 a 0.15). La stessa tecnica dei modelli lineari misti è stata usata per le analisi.

2.2.3 Risultati

I fattori fissi di Gruppo (Gruppo C/Gruppo D) e Blocco (Blocco 1/Blocco 2) e la loro interazione sono stati inseriti nel modello insieme alla Costruzione Grammaticale (Copulativa/Predicativa) e al Valore di Verità delle frasi (Vero/Falso) [Tavola 2(a)].

Come da aspettativa, l'effetto della pratica ha generato tempi di risposta minori nel secondo blocco rispetto al primo [$F(1,7103) = 28.22$, $ES = 0.006$, $p < .001$]. Tuttavia nessuna interazione è risultata tra il Blocco e il Gruppo [$F(1,7103) = 0.93$, $ES = 0.013$, $p = .33$] (Fig. 2).

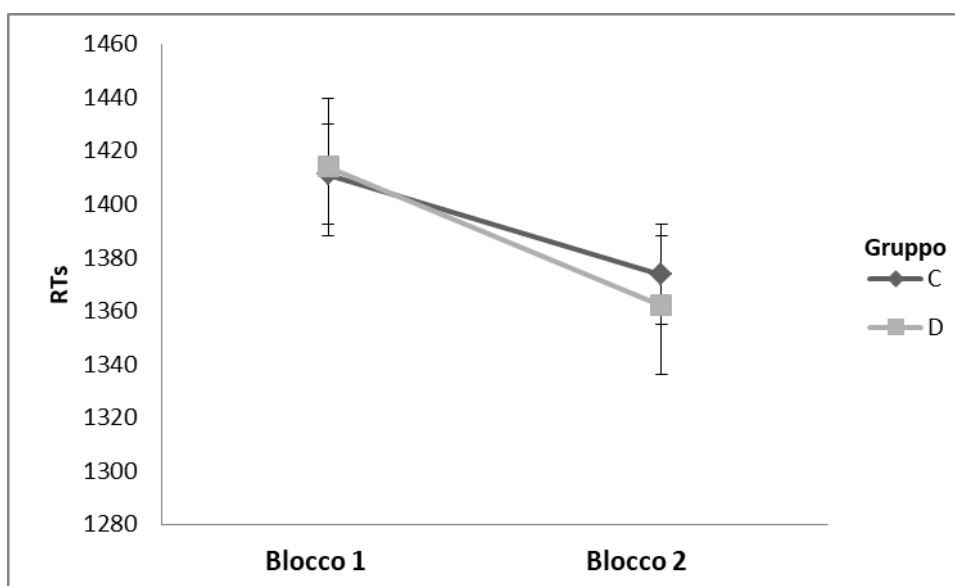


Figura 2 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nel Blocco 1 e nel Blocco 2 per il Gruppo C e il Gruppo D dell'Esperimento 2. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Anche in questo secondo esperimento, le frasi Vere sono state valutate più velocemente delle frasi false [$F(1,7127) = 125.06$, $ES = 0.006$, $p < .001$]. Diversamente dal primo esperimento, invece, la Costruzione Grammaticale è risultata significativa [$F(1,7139) = 0.65$, $ES = 0.007$, $p < .01$]. Data l'assenza dell'interazione tra Blocco e Gruppo, e cioè l'effetto nullo della Condizione, non è stato costruito nessun ulteriore modello.

2.2.4 Discussione

In questo secondo esperimento, i partecipanti hanno valutato il valore di verità della stessa serie di frasi utilizzate nel primo esperimento e nelle stesse condizioni, fatta eccezione per la modalità di risposta che richiedeva di muovere il mouse al posto della testa.

L'obiettivo era quello di testare se l'effetto di compatibilità motoria trovato nel primo esperimento, tra frasi vere e il movimento verticale della testa e tra frasi false e il movimento orizzontale, non fosse dipeso in realtà da un effetto più generale di compatibilità spaziale con le dimensioni della verticalità e dell'orizzontalità. In linea con le aspettative, non è stata trovata nessuna differenza tra le condizioni quando il movimento da fare per valutare il valore di verità delle frasi non era un movimento della testa. La differenza tra i due blocchi, infatti, ha mostrato la presenza di un effetto della pratica dovuto al disegno sperimentale, con una velocizzazione dei tempi nel secondo blocco, che però in questo esperimento non ha interagito con l'effetto della condizione.

Questo risultato supporta, quindi, l'ipotesi secondo cui l'effetto di facilitazione riscontrato nel primo esperimento è stato causato da un effetto di compatibilità motoria dovuto all'attivazione della simulazione (parziale) dei due gesti dell'annuire e dello scuotere la testa durante l'elaborazione, rispettivamente, di informazione vera o falsa, e non da un effetto di compatibilità spaziale dovuto all'associazione dei concetti di verità e falsità con lo spazio verticale e orizzontale dello schermo del computer.

Va notato, inoltre, che, come nel primo esperimento, anche in questo secondo esperimento le frasi false hanno richiesto un tempo maggiore per essere elaborate, il che conferma un importante risultato trovato in letteratura (si veda la discussione dei risultati del primo esperimento). Al contrario, non abbiamo una sufficiente spiegazione per l'effetto significativo della costruzione grammaticale.

Sulla base di questi dati abbiamo deciso di testare ulteriormente l'ipotesi sull'attivazione della simulazione dei due gesti della testa, attraverso un terzo esperimento di controllo, uguale al primo esperimento ma avente come compito principale un compito di classificazione categoriale e non di valutazione del valore di verità di frasi. L'aspettativa generale era quella di non riscontrare alcun effetto di compatibilità motoria e, quindi, nessuna interazione tra il tipo di categoria delle frasi e i due movimenti della testa.

2.3 Esperimento 3

2.3.1 Metodo

Partecipanti

In totale hanno partecipato all'esperimento 80 studenti (di cui 53 di sesso femminile, età media 22.3, ds 3.69), in cambio di crediti formativi. Tutti i partecipanti avevano una percezione normale dei colori e un'acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto prima dell'inizio dell'esperimento. Nessun partecipante ha preso parte agli esperimenti precedenti. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a due gruppi (E = 40; F = 40).

Materiali e apparato

L'apparato era uguale a quello del primo esperimento: due blocchi con ordine controbilanciato tra i due gruppi e controllo degli stimoli sullo schermo del computer con i movimenti della testa.

Gli stimoli utilizzati, invece, erano 120 frasi semplici, tutte vere, riguardanti animali o oggetti. In ciascuno dei due blocchi venivano mostrate: 20 frasi con verbi copulativi, di cui 10 riguardanti animali (ad es.: "L'aquila è un uccello") e 10 riguardanti oggetti ("Il cuscino è morbido"), e 40 frasi con verbi predicativi, di cui 20 su animali ("Il gatto miagola) e 20 su oggetti ("Il telefono squilla); per un totale di 60 frasi diverse mostrate all'interno di ciascun blocco con un ordine randomizzato diverso per ogni partecipante.

2.3.2 Procedura

L'esperimento si è svolto in una stanza luminosa, separata e tranquilla. Dopo la sessione di pratica, le istruzioni spiegavano che una serie di frasi riguardanti animali o oggetti sarebbero comparse di volta in volta all'interno di una casella nera al centro dello schermo e che il compito consisteva nell'individuare la categoria di appartenenza dell'oggetto delle frasi trascinandole con la testa verso una delle quattro barre laterali aventi come etichetta "Animale" o "Oggetto". Le barre laterali si trovavano nella stessa posizione delle barre gialle della sessione di pratica.

Il primo gruppo (Gruppo E) iniziava nel primo blocco con la condizione in cui le barre "Oggetto" erano posizionate in alto e in basso e le barre "Animale" a destra e a sinistra e finiva nel secondo blocco con la posizione delle barre invertite; il secondo gruppo (Gruppo F), invece, iniziava nel primo blocco con le barre "Oggetto" in orizzontale e le barre "Animale" in verticale e finiva nel secondo blocco con la posizione delle barre invertita.

Analisi dei dati

Come nei primi due esperimenti, i tempi di risposta sono stati registrati a partire dal momento in cui il casella nera centrale veniva cliccata e la frase compariva, al momento in cui aveva inizio il primo spostamento. La procedura per la pulizia dei dati era identica a quella adottata negli esperimenti precedenti: le prime 8 prove per ogni blocco, le prove con i tempi inferiori a 300 msec (0.7%) e superiori a 3000 msec (2.3%) sono state rimosse e i tempi restanti sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (la distorsione della distribuzione è diminuita da 1.28 a 0.26).

Per le analisi, come negli esperimenti precedenti, è stata utilizzata la tecnica dei modelli lineari misti.

2.3.3 Risultati

Nel modello sono stati inseriti come fattori fissi: l'interazione di Blocco (Blocco 1/Blocco2) X Gruppo (Gruppo E/Gruppo F), il Blocco, la Costruzione Grammaticale (Copulativa/Predicativa) e il Tipo di categoria (Animale/Oggetto), con le intercette random per i soggetti e le frasi [Tavola 3(a)].

Come osservato nel primo e nel secondo esperimento, i tempi di risposta nel secondo blocco sono stati più brevi di quelli del primo blocco [$F(1,115) = 28.14$, $ES = 0.014$, $p < .001$], per effetto della pratica. Tuttavia nessuna interazione è risultata tra il Blocco e il Gruppo [$F(1,8650) = 0.75$, $ES = 0.01$, $p = .38$] (Fig. 3).

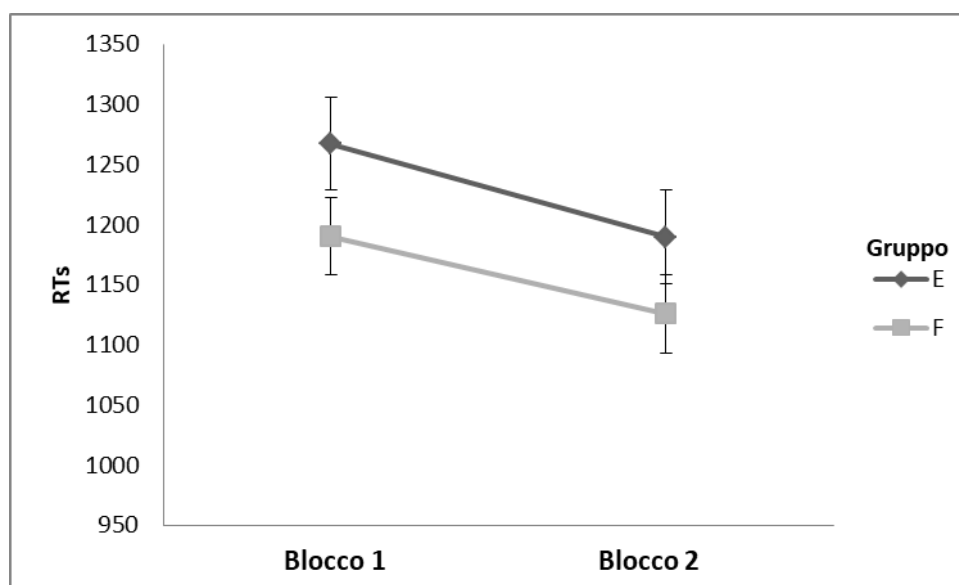


Figura 3 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nel Blocco 1 e nel Blocco 2 per il Gruppo E e il Gruppo F dell'Esperimento 3. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Nessun effetto significativo è stato trovato per la Costruzione Grammaticale [$F(1,115) = 2.11$, $ES = 0.012$, $p = .15$]; mentre l'effetto del Tipo è risultato significativo: le frasi riguardanti gli animali sono state valutate più velocemente rispetto a quelle sugli oggetti [$F(1,115) = 24.62$, $ES = 0.011$, $p < .001$]. Dal momento che non si è verificata un'interazione tra Blocco e Gruppo e cioè, l'effetto della condizione non ha influito sui tempi di risposta, non sono stati necessari ulteriori modelli sulla condizione.

2.3.4 Discussione

Come da aspettativa, i risultati di questo terzo esperimento hanno dimostrato che in un compito di classificazione categoriale che ha richiesto, quindi, un processo cognitivo diverso dalla valutazione del valore di verità di frasi, la direzione dei movimenti della testa non ha interagito con il tipo di categoria (animale/oggetto). Nel primo esperimento, invece, i tempi di risposta per le frasi vere e false sono stati influenzati compatibilmente con i movimenti verticali e orizzontali della testa. L'obiettivo di questo terzo esperimento, infatti, era quello di dimostrare che l'interazione tra il movimento della testa e la valutazione del valore di verità fosse una condizione non solo sufficiente ma necessaria per il verificarsi della compatibilità motoria.

Per quanto riguarda l'effetto significativo della costruzione grammaticale nel secondo esperimento e del tipo di categoria nel terzo, non abbiamo una spiegazione soddisfacente e crediamo che una loro soluzione vada oltre gli scopi del presente lavoro.

2.4 Discussione generale

Questo primo studio, composto da 3 esperimenti, è stato progettato con l'obiettivo di analizzare il rapporto che abbiamo ipotizzato esistere tra le direzioni, orizzontale e verticale, dei movimenti coinvolti nei gesti dell'annuire e dello scuotere la testa e la valutazione del valore di verità di frasi oggettivamente vere e false.

L'ipotesi di ricerca riguardava l'attivazione della simulazione parziale dei due gesti della testa, tipicamente eseguiti per comunicare assenso e dissenso, e accettazione e rifiuto, durante la valutazione esplicita di informazioni vere e false. Questa ipotesi è stata formulata sulla base di due assunti fondamentali della prospettiva dell'*embodiment*, secondo cui: (a) l'elaborazione cognitiva di un contenuto riattiva le tracce esperienziali associate a quel contenuto (Zwaan & Madden, 2005; Zwaan & Taylor, 2006), e (b) le azioni del corpo vengono facilitate quando sono compatibili con le azioni simulate e, viceversa, ostacolate quando sono incompatibili (Dijkstra & Post, 2015; Körner et al., 2015).

I risultati di questo primo studio hanno mostrato come la valutazione di stimoli veri abbia riattivato la simulazione parziale del movimento verticale della testa, e la valutazione di stimoli falsi quella del movimento orizzontale della testa.

Nel primo esperimento, infatti, in cui veniva richiesto di valutare il valore di verità di una serie di frasi trascinandole in verticale e in orizzontale con i movimenti della testa, i tempi di risposta sono stati più veloci quando il movimento richiesto corrispondeva con il movimento simulato (condizione compatibile), e sono stati rallentati quando il movimento da eseguire non corrispondeva con quello simulato (condizione incompatibile).

Nel secondo esperimento, invece, dove le stesse frasi sono state valutate senza muovere la testa ma spostando il cursore del mouse sull'asse verticale e orizzontale dello schermo del computer, non è stata riscontrata nessuna differenza significativa tra le condizioni compatibile e incompatibile. Analogamente, nel terzo esperimento, la richiesta di classificare l'oggetto delle frasi in due categorie non ha attivato la simulazione dei movimenti verticali e orizzontali della testa e, di conseguenza, non è stata trovata nessuna differenza tra le condizioni.

I dati raccolti costituiscono un'ulteriore prova a sostegno dell'ipotesi della presenza di una relazione tra i processi cognitivi di ordine superiore e il movimento di parti del corpo (Zwaan & Madden, 2005; Mahon & Caramazza, 2008; Barsalou, 2010; Meteyard, Cuadrado, Bahrami, Vigliocco, 2012; Glenberg et al., 2013; Dominey et al., 2015; Körner et al., 2015), e fornisce nuova evidenza circa la relazione che intercorre tra i gesti e il pensiero, e non solo tra i gesti e il linguaggio (Hostetter & Alibali, 2008; 2010; Alibali et al., 2014).

L'effetto di compatibilità motoria trovato nel primo esperimento, infatti, può essere spiegato in termini di riattivazione delle tracce esperienziali associate a contenuti ritenuti veri o falsi, per cui la valutazione di informazione vera ha riattivato automaticamente la simulazione del movimento verticale della testa tipicamente eseguito per dare risposte affermative e comunicare assenso, accordo e accettazione, mentre la valutazione di informazione falsa ha riattivato la simulazione del movimento orizzontale della testa tipicamente eseguito per dare risposte negative e comunicare dissenso, disaccordo e rifiuto.

Tuttavia, è bene precisare che la compatibilità motoria non è avvenuta con i movimenti completi coinvolti nei due gesti della testa ma con la direzione dei movimenti iniziali. La procedura utilizzata, infatti, ha registrato la velocità e la direzione del movimento della testa compiuto all'interno di un segmento distante 20 pixel dal punto di inizio dello spostamento degli stimoli. Di conseguenza, i tempi di risposta analizzati corrispondono al tempo impiegato dai partecipanti per iniziare a spostare gli stimoli verso una delle quattro direzioni possibili. Dal momento che l'oggetto della nostra ipotesi riguardava la riattivazione parziale, e quindi mentale e interna dei due gesti, i quali si distinguono in base alla loro direzionalità, verticale o orizzontale, abbiamo ritenuto che un

unico movimento verso uno delle quattro lati dello schermo fosse sufficiente per la rilevazione dell'influenza della simulazione parziale del gesto sulla direzione dello spostamento.

Infatti, attraverso l'analisi dell'interazione tra le quattro direzioni di movimento e il valore di verità delle frasi, è emerso che la direzione verso cui le frasi sono state spostate più velocemente coincideva proprio con la direzione del primo movimento coinvolto nei due gesti: verso l'alto per le frasi vere e verso destra per le frasi false. Quando si annuisce, infatti, la testa viene generalmente mossa dall'alto verso il basso, e quando la si scuote da destra verso sinistra (Wagner et al., 2014).

Con il secondo esperimento, dove la valutazione del valore di verità non è stata compiuta con i movimenti della testa, abbiamo potuto escludere l'ipotesi che l'effetto di compatibilità trovato nel primo esperimento fosse un effetto di compatibilità spaziale e, cioè, dovuto a una compatibilità con le dimensioni spaziali della verticalità e dell'orizzontalità, piuttosto che con la direzione di esecuzione dei due movimenti della testa. Questa ipotesi è stata testata perché numerosi studi di *embodiment*, che ipotizzano che la comprensione del linguaggio sia basata su schemi spaziali, hanno trovato effetti di compatibilità spaziale con concetti astratti o aventi una valenza positiva o negativa (Lakoff & Johnson, 1980; 1999; Barsalou, Niedenthal, et al., 2003; Barsalou, Simmons et al., 2003; Glenberg et al., 2008). Tuttavia, ricerche successive (e.g., Marman & Brendl, 2005; Casasanto & Chrysikou, 2011; de la Vega, Dudshig, De Filippis, Lachmair, Kaup, 2013) hanno dimostrato come la compatibilità spaziale, in realtà, non sarebbe dovuta alla posizione metaforica che i concetti possono assumere nella nostra mente, ma all'associazione dei concetti con le diverse parti del corpo, che occupano uno spazio preciso nella loro organizzazione. I nostri risultati sembrerebbero, quindi, supportare questi dati.

Il terzo esperimento, infine, ci ha permesso di escludere la possibilità che la compatibilità trovata fosse dipesa da un *bias* creato dallo strumento di controllo degli stimoli con i movimenti della testa, perché con la stessa modalità di risposta ma con un compito diverso dalla valutazione del valore di verità di frasi, non è stato trovato nessun effetto di facilitazione o interferenza. In questo modo abbiamo dimostrato che l'interazione tra movimenti verticali e orizzontali della testa e la valutazione del valore di verità di frasi vere e false è una condizione non solo sufficiente ma necessaria affinché la compatibilità motoria si verifichi.

A questo punto è rilevante introdurre un'importante questione riguardante un diverso tipo di valutazione del valore di verità. Nei primi due esperimenti gli stimoli utilizzati erano delle frasi molto semplici, il cui valore di verità era oggettivamente stabilito e convenzionalmente riconosciuto. Tuttavia, esistono dichiarazioni il cui valore di verità non può essere giudicato in modo oggettivo ma in base alle preferenze personali, alle credenze o alle esperienze passate. È il caso di quelle dichiarazioni che esprimono giudizi soggettivi su uno stato di cose, per cui aspetti più personali e emozionali entrano in gioco nel processo di valutazione del loro valore di verità. Si

prendano in considerazione, ad esempio, le seguenti dichiarazioni con valenza positiva e negativa: “Il caffè è gradevole” e “Il caffè è sgradevole”. In questo caso, la loro verità o falsità varierà in base alle preferenze soggettive della persona che sta valutando le dichiarazioni e, in particolare, in base al valore positivo o negativo che l’oggetto delle dichiarazioni (il caffè) possiede per la persona che valuta.

Dal momento che abbiamo ipotizzato che la compatibilità motoria trovata in questo primo studio si sia verificata perché le frasi vere riattivano il movimento verticale dell'assenso e dell'accettazione e le frasi false quello del dissenso e del rifiuto, allora, nel caso di frasi aventi una valenza positiva o negativa, il loro valore di verità potrà essere deciso sulla base della valenza dell'oggetto della frase, che potrà coincidere o meno con la valenza della frase. Per fare un esempio, si prenda in considerazione la dichiarazione “Disprezzo il cioccolato”: il giudizio espresso dalla frase è negativo, mentre la valenza dell'oggetto potrebbe essere sia positiva che negativa; se è positiva, e, cioè, se il cioccolato piace, la frase sarà giudicata falsa; se è negativa, sarà giudicata vera. In questo tipo di dichiarazioni, quindi, non esiste una congruenza tra la verità o la falsità della frase e l'accettazione o il rifiuto dell'oggetto della frase. Infatti, valutare una frase con valenza positiva come vera e una frase negativa come falsa significherebbe accettarne l'oggetto, mentre valutare una frase positiva come falsa e una frase negativa come vera indicherebbe un rifiuto dell'oggetto.

Introdurre questo tipo di dichiarazioni, il cui valore di verità è valutabile soggettivamente, all'interno di uno studio sulla compatibilità motoria con i due gesti della testa permette, quindi, un'importante distinzione tra una compatibilità che possiamo definire “semantica” perché basata sulla comprensione del significato a partire da cui è possibile valutare il valore di verità della frase, e una compatibilità definibile “affettiva” con il valore dell'oggetto della dichiarazione, e cioè con l'atteggiamento positivo o negativo nei suoi confronti⁵. In particolare, sono le dichiarazioni con valenza negativa quelle che permettono di discriminare tra le due compatibilità, perché valutare una frase negativa come vera significa rifiutarne il contenuto, e valutarla come falsa significa accettarlo (Tab. 2).

Quindi, dal momento che i due gesti della testa vengono usati quotidianamente per esprimere accordo o disaccordo ma anche accettazione o rifiuto, per testare se la compatibilità motoria trovata con i valori di verità (vero-verticale; falso-orizzontale) che abbiamo definito “semantica” fosse un realtà un sotto-effetto di una compatibilità più generale che abbiamo definito “affettiva” (positivo-verticale; negativo-orizzontale), abbiamo deciso di ideare un nuovo studio che

⁵ Questa differenza è stata pensata e proposta sulla base della spiegazione di un *bias* tipico riscontrato nelle valutazioni esplicite degli item delle scale likert, definito “reazione all’oggetto” (Cacciola & Marradi, 1988; Giampietro Gobo, 2000; Marradi & Gasperoni, 2002).

utilizza lo stesso paradigma del precedente ma che richiede di valutare il valore di verità di frasi con valenza positiva o negativa, sulla base delle preferenze soggettive dei partecipanti.

| | | | | |
|---------------------|------------------------|----------|------------------------|----------|
| | dichiarazione positiva | | dichiarazione negativa | |
| valore di verità | VERO | FALSO | VERO | FALSO |
| | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| valore dell'oggetto | POSITIVO | NEGATIVO | NEGATIVO | POSITIVO |

Tabella 2 – Differenza tra ‘valore di verità’ e ‘valore dell’oggetto’ per dichiarazioni positive e negative. Per le dichiarazioni positive esiste una congruenza tra il valore di verità e il valore dell’oggetto (vero-positivo; falso-negativo), mentre per le dichiarazioni negative esiste un’incongruenza (vero-negativo; falso-positivo). Le dichiarazioni negative permettono di distinguere tra una compatibilità con il valore di verità (definibile “semantica”) della dichiarazione e una compatibilità con il valore dell’oggetto (definibile “affettiva”) della dichiarazione.

2.5 Esperimento 4

2.5.1 Metodo

Partecipanti

Un totale di 79 studenti (di cui 54 di sesso femminile, età media 21.46, ds 4.12) ha partecipato all’esperimento in cambio di crediti formativi. Tutti i partecipanti avevano una percezione normale dei colori e un’acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto prima dell’inizio dell’esperimento. Nessun partecipante ha preso parte agli esperimenti precedenti. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a due gruppi (A = 40; B = 39).

Materiali e apparato

L’apparato, come nel primo esperimento, prevedeva: una sessione di pratica seguita dal compito principale di spostamento di stimoli con la testa. In aggiunta, alla fine dell’esperimento è stato somministrato un questionario esplicito sulle preferenze alimentari.

Il compito principale era costituito da due blocchi: il Gruppo A aveva nel primo blocco le barre “Vero” posizionate verticalmente (nella parte superiore e inferiore dello schermo) e le barre “Falso” posizionate orizzontalmente (ai lati di destra e sinistra), e nel secondo blocco la posizione delle barre era invertita; mentre il gruppo B aveva l’ordine dei blocchi invertiti.

Gli stimoli erano 120 frasi semplici esprimenti giudizi su 60 alimenti diversi: 60 frasi avevano valenza positiva (ad es.: “Adoro la cioccolata”) e 60 valenza negativa (ad es.: “Disprezzo la cioccolata”): 30 frasi positive e 30 frasi negative venivano mostrate nel primo blocco e le restanti nell’altro blocco; per un totale di 60 stimoli per blocco mostrati in ordine random diversificato per ogni partecipante.

Il questionario esplicito riguardava il livello di gradimento per ciascuno dei 60 cibi oggetto delle frasi, attraverso cui è stato possibile controllare eventuali incongruenze tra le risposte date con la testa e quelle date al questionario ed escludere dall’analisi quegli item in cui l’alimento non era oggetto di una particolare preferenza.

2.5.2 Procedura

L’esperimento si è svolto in una stanza luminosa, separata e tranquilla. Dopo una breve sessione di pratica, uguale a quella del primo esperimento, ai partecipanti venivano mostrate sullo schermo del computer delle istruzioni che li informavano che la ricerca avrebbe riguardato le preferenze alimentari e che il compito consisteva nel valutare, sulla base delle loro preferenze personali, il valore di verità di una serie di frasi che sarebbero apparse all’interno di una casella nera al centro dello schermo, trascinandole con la testa verso una delle quattro barre laterali di risposta.

Le istruzioni spiegavano anche che le frasi con valenza apparentemente eccessiva, come “adoro” o “detesto”, avrebbero dovuto essere interpretate come “mi piace” e “non mi piace”. Lo scopo era di ridurre le esitazioni nel caso di preferenze non particolarmente marcate (ad es.: «Mi piace ma non lo amo» o «Non mi piace ma non mi disgusta»). Questa istruzione veniva ripetuta dopo le prime 8 frasi del blocco 1, a metà del compito (prima dell’inizio del blocco 2) e dopo le prime 8 frasi del blocco 2.

Alla fine del compito principale di spostamento delle frasi, i partecipanti hanno valutato la loro preferenza per ciascuno dei 60 cibi oggetto delle frasi scegliendo tra 3 opzioni: “Mi piace”, “Non mi piace”, “Mi è indifferente”.

Analisi dei dati

Come negli esperimenti precedenti, i tempi di risposta venivano registrati dal momento in cui la casella centrale veniva cliccata e la frase compariva, al momento in cui la casella iniziava ad essere spostata (20 pixel). Anche la procedura di pulizia dei dati è stata identica: le prime 8 risposte di ogni blocco sono state considerate pratica aggiuntiva e sono state eliminate (13.3%), le prove con i tempi minori di 300 msec (1.8%) sono state considerate invalide e *outlier* quelle con i tempi superiori a 3000 msec (5.7%). In aggiunta, sono state analizzate solo le risposte coerenti e, cioè, sono state eliminate tutte le risposte che esprimevano una preferenza diversa tra un blocco e l’altro

(1.3%) o diversa rispetto a quella espressa al questionario finale (14,7%) o che erano state iniziate in una direzione diversa da quella della risposta finale (13%). Inoltre sono state eliminate le risposte riferite a cibi valutati come indifferenti al questionario finale (7.9%).

I dati restanti sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (riducendo la distorsione della distribuzione da 0.96 a 0.01) e analizzati con la tecnica dei modelli lineari misti.

2.5.3 Risultati

Il primo modello ha incluso come fattori fissi l'interazione di Blocco (Blocco 1/Blocco 2) X Gruppo (Gruppo A/GruppoB), il Blocco, il Tipo di valenza della frase (Positiva/Negativa) e il Valore di Verità delle frasi (Vero/Falso), con le intercette random per i soggetti e le frasi [Tavola 4(a)].

Dato il disegno a blocchi, l'effetto della pratica è risultato significativo con tempi di risposta minori nel Blocco 2 rispetto al Blocco 1 in entrambi i gruppi [$F(1,115) = 60.43$, $ES = 0.017$, $p < .001$]. Anche l'interazione tra Blocco e Gruppo è risultata significativa e nella direzione della compatibilità definita "semantica", con il valore di verità delle frasi [$F(1,5394) = 57.57$, $ES = 0.012$, $p < .001$] (Fig. 4). Non è stato trovato nessun effetto principale del Gruppo [$F(1,75) = 0.41$, $ES = 0.031$, $p = .52$] mentre è risultato significativo l'effetto del Tipo, con frasi positive valutate più velocemente delle frasi negative [$F(1,164) = 66.72$, $ES = 0.013$, $p < .001$] e l'effetto del Valore di Verità, con frasi false che hanno richiesto tempi di risposta maggiori rispetto alle frasi vere [$F(1,5270) = 10.75$, $ES = 0.008$, $p = .001$].

Data l'interazione tra Blocco e Gruppo, nelle analisi successive è stato controllato l'effetto della Condizione secondo l'ipotesi della compatibilità semantica (Condizione Compatibile: Blocco1 del GruppoA & Blocco2 del GruppoB/Condizione Incompatibile: Blocco2 del GruppoA & Blocco1 del GruppoB). Il secondo modello ha incluso le intercette random e le *slopes* random per l'effetto della Condizione sia per i soggetti che per gli item. I fattori fissi erano l'interazione di Condizione X Gruppo, il Valore di Verità e il Tipo [Tavola 4(b)].

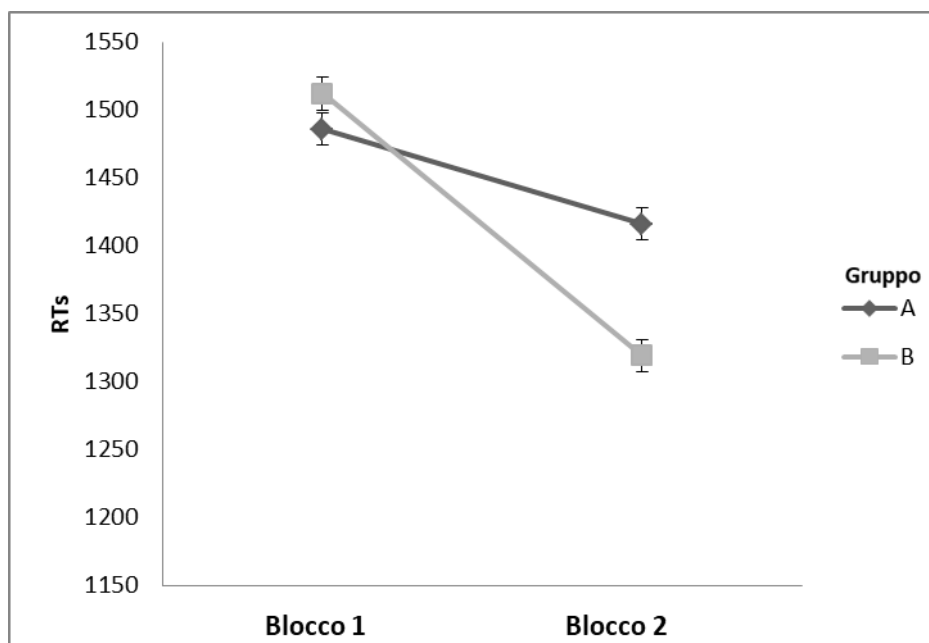


Figura 4 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nel Blocco 1 e nel Blocco 2 per il Gruppo A e il Gruppo B dell’Esperimento 4. Le barre d’errore indicano l’errore standard.

In linea con le ipotesi della compatibilità semantica, l’effetto della Condizione è risultato significativo: i tempi di risposta sono stati più veloci nella Condizione Compatibile rispetto alla Condizione Incompatibile [$F(1,70) = 20.78$, $ES = 0.011$, $p < .001$] (Fig. 4.1). Il Valore di Verità si è riconfermato significativo [$F(1,5258) = 9.85$, $ES = 0.008$, $p = .002$] insieme al Tipo [$F(1,165) = 38.60$, $ES = 0.013$, $p < .001$]. Anche l’interazione tra la Condizione e il Gruppo, e, cioè, l’effetto del Blocco, si è confermato significativo [$F(1,131) = 38.60$, $ES = 0.030$, $p < .001$].

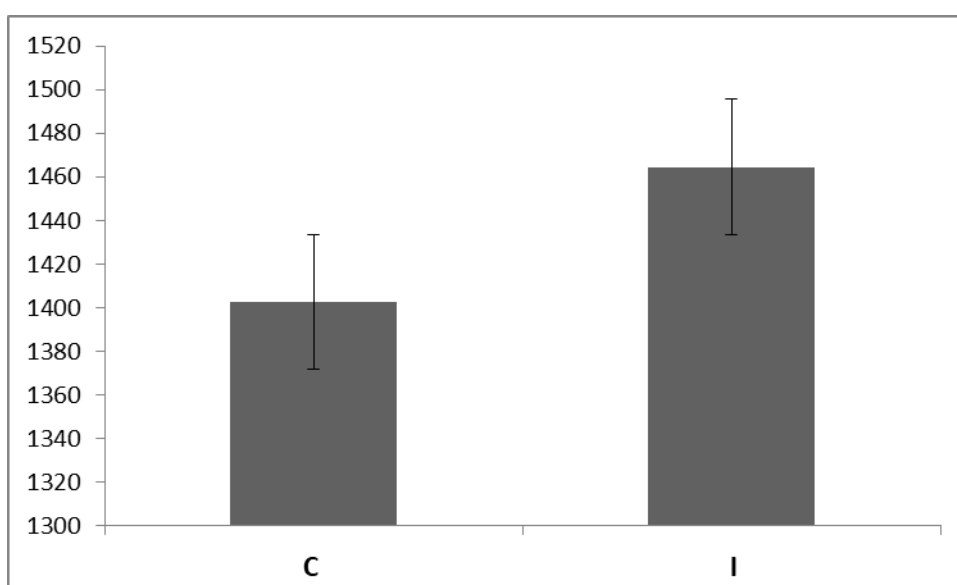


Figura 4.1 - Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) secondo l’ipotesi della compatibilità semantica dell’Esperimento 4. Le barre d’errore indicano l’errore standard.

Per esaminare una possibile interazione tra i fattori significativi del Valore di Verità, del Tipo e della Condizione è stato costruito un terzo modello con l'interazione di Condizione X Gruppo X Valore di Verità X Tipo, più il Valore di Verità e il Tipo singolarmente, come fattori fissi, e come intercette e *slopes* random le stesse del secondo modello [Tavola 4(c)].

Si sono confermati fattori significativi: la Compatibilità [$F(1,108) = 19.63$, $ES = 0.011$, $p < .001$], il Valore di Verità [$F(1,5115) = 4.01$, $ES = 0.011$, $p = .045$], il Tipo [$F(1,175) = 91.43$, $ES = 0.014$, $p < .001$] e l'interazione di Condizione X Gruppo [$F(1,160) = 32.03$, $ES = 0.02$, $p < .001$]. Anche l'interazione tra Condizione e Tipo è risultata significativa [$F(1,5216) = 9.27$, $ES = 0.016$, $p = .002$] mostrando come la differenza tra le condizioni sia stata maggiore per le frasi positive (Fig. 4.2). Al contrario, non è risultata significativa l'interazione tra Condizione e Valore di Verità [$F(1,5371) = 1.77$, $ES = 0.016$, $p = .18$]; mentre è risultata significativa l'interazione tra Tipo e Valore di Verità [$F(1,5079) = 110.07$, $ES = 0.016$, $p < .001$] mostrando come le frasi negative sono state valutate più velocemente come false che come vere e analogamente le frasi positive sono state valutate più velocemente come vere che come false.

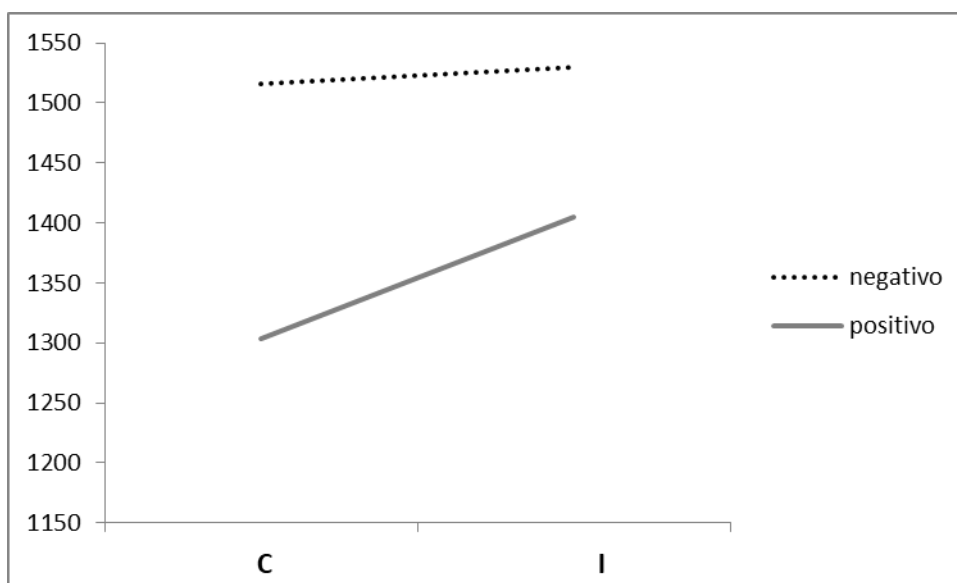


Figura 4.2 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) per le frasi Positive e Negative dell'Esperimento 4.

Il modello finale ha incluso l'interazione di Condizione X Gruppo, il Valore di Verità, il Tipo e la loro interazione come fattori fissi, e le intercette random e le *slopes* random per l'effetto della Condizione, l'effetto del Tipo e la loro interazione per i soggetti, e le *slopes* random per l'effetto della Condizione per gli item [Tavola 4 (d)].

La differenza tra condizione Compatibile e Incompatibile si è confermata significativa [F(1,69) = 22.40, ES = 0.010, $p < .001$, $\eta^2 = .09$], come la differenza tra frasi Positive e Negative [F(1,156) = 93.10, $p < .001$], mentre quella tra frasi vere e false è diminuita [F(1,3302) = 3.62, ES = 0.0008, $p = .06$]. Anche l'interazione tra Compatibilità e Gruppo si è confermata significativa [F(1,121) = 44.49, $p < .001$] e quella tra Tipo e Verità [F(1,5014) = 104.92, $p < .001$]. La compatibilità semantica si è quindi presentata attraverso l'interazione tra i movimenti orizzontali e verticali della testa e il valore di verità delle frasi.

Per analizzare nello specifico l'interazione tra le frasi vere e false e le quattro direzioni di risposta, come nel primo esperimento, è stata condotta un'Anova a misure ripetute avente come fattori *within* la Direzione (Su, Giù, Destra, Sinistra) e il Valore di Verità delle frasi (Vero/Falso).

L'interazione è risultata significativa [F(2.18,89) = 6.09 (correzione Huynh-Feldt), $p < .01$] e le analisi post hoc (con correzione di Bonferroni) hanno mostrato che le frasi false sono state spostate più velocemente verso destra che verso l'alto ($p < .05$) e le frasi vere più velocemente verso le direzioni alto e basso rispetto alla destra ($p < .01$) e alla sinistra ($p < .05$) (Fig. 4.3), confermando quanto trovato nel primo esperimento del primo studio.

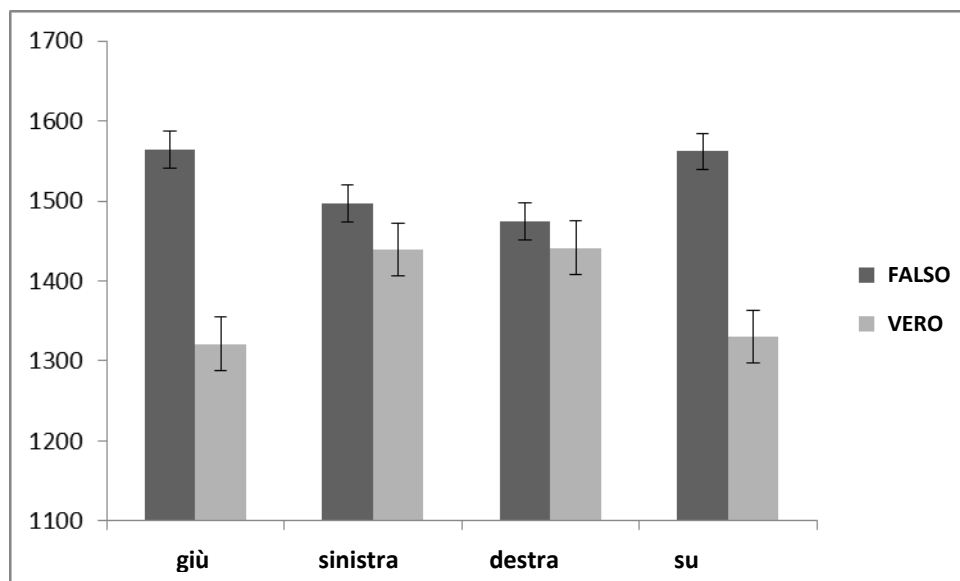


Figura 4.3 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nelle quattro direzioni di risposta (Su, Giù, Destra, Sinistra) per le frasi Vere e False dell'Esperimento 4. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Per testare l'ipotesi alternativa circa la presenza di una compatibilità affettiva con il valore dell'oggetto delle frasi e per confrontare i due tipi di compatibilità abbiamo ricalcolato il fattore della Condizione: le prove in cui il cibo era stato indicato come piacevole nel questionario esplicito e in cui la direzione del loro spostamento era verticale, insieme alle prove in cui il cibo era stato indicato come spiacevole e per cui la direzione dello spostamento era orizzontale, sono state

ricodificate come appartenenti alla Condizione Compatibile, le restanti prove (piaciuto-orizzontale/non piaciuto-verticale) sono state ricodificate come appartenenti alla Condizione Incompatibile. Di conseguenza è stato costruito un modello con la Condizione ricalcolata, il Tipo e la loro interazione come fattori fissi e il loro effetto singolo come random *slopes* per i soggetti, e l'effetto singolo della Condizione come random *slopes* per gli item [Tavola 4(e)].

La differenza tra frasi positive e negative si è mantenuta significativa [$F(1,95) = 88.26$, $SE = 0.017$, $p < .001$] e, dato più importante, anche la differenza tra le condizioni compatibile e incompatibile è risultata significativa [$F(1,73) = 17.13$, $SE = 0.008$, $p < .001$, $\eta^2 = .16$] (Fig. 4.4) con una dimensione dell'effetto della compatibilità affettiva più ampia rispetto a quella della compatibilità semantica ($\eta^2 = .09$).

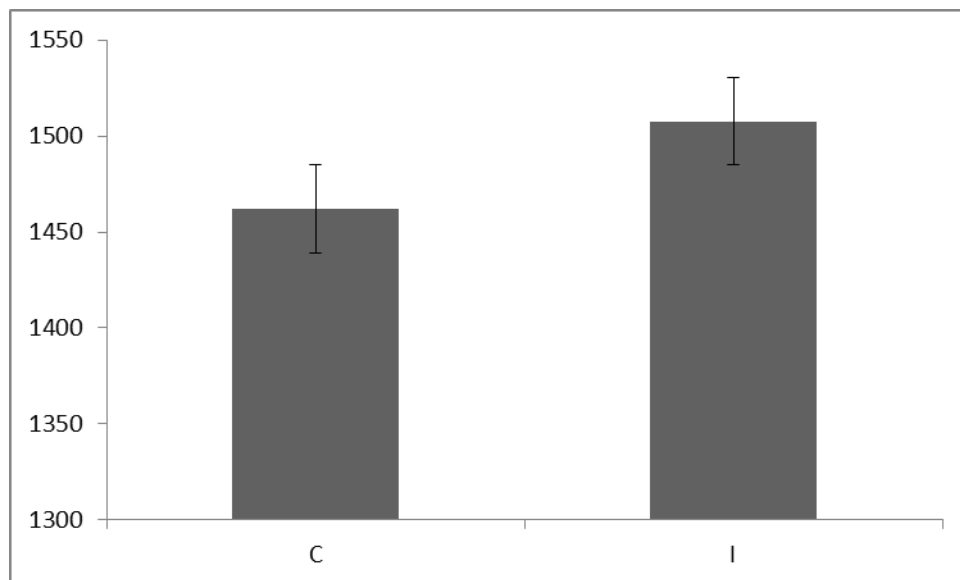


Figura 4.4 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) secondo l'ipotesi della compatibilità affettiva dell'Esperimento 4. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Per analizzare nello specifico l'interazione tra il valore dell'oggetto delle frasi (i cibi) e le quattro direzioni delle due dimensioni orizzontale e verticale, è stata condotta un'Anova a misure ripetute con il Valore dell'oggetto (Piacevole/Spiacevole) e la Direzione (Su/Giù/Destra/Sinistra) come fattori *within*.

La differenza tra i cibi piacevoli e spiacevoli è risultata significativa [$F(1, 22) = 22.10$, $p < .001$] ma non l'interazione con le direzioni [$F(3,66) = 1.63$, $p = .19$] (Fig. 4.5).

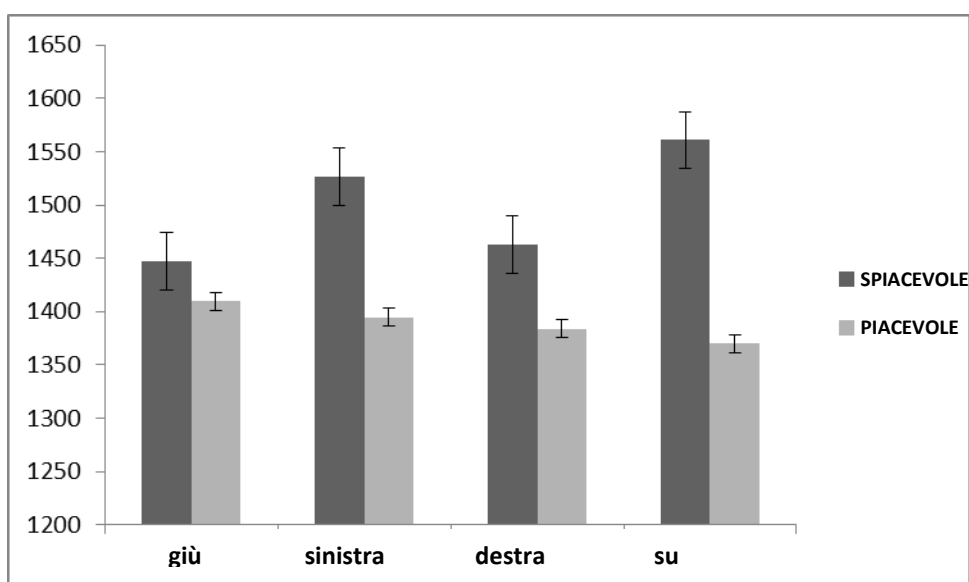


Figura 4.5 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) per il Valore dei cibi nelle quattro direzioni di movimento della testa dell'Esperimento 4. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

2.5.4 Discussione

Dall'analisi dei tempi di risposta di questo quarto esperimento è emerso che, anche con frasi il cui valore di verità non è oggettivo ma valutabile sulla base di aspetti personali, come le preferenze alimentari, i partecipanti sono stati più veloci quando la direzione dell'azione che dovevano compiere per valutare una frase come vera era congruente con la direzione verticale del gesto dell'annuire e quando la direzione dell'azione da compiere per valutare una frase come falsa era congruente con la direzione orizzontale del gesto dello scuotere la testa, rispetto alle condizioni in cui il movimento richiesto era l'opposto.

Questo esperimento replica, quindi, con stimoli valutabili soggettivamente, l'effetto di compatibilità motoria trovato nel primo esperimento, che abbiamo definito "semantica" perché basata sul significato della frase a partire da cui si determina il valore di verità.

Tuttavia, l'analisi ha rivelato anche la presenza di un altro effetto di compatibilità, definita "affettiva" e che abbiamo ipotizzato verificarsi con il valore dell'oggetto delle frasi: le frasi che riguardavano i cibi piacevoli sono state spostate più velocemente in verticale mentre le frasi sui cibi spiacevoli in orizzontale, indipendentemente dal loro valore di verità. Questo dato sta a significare che le frasi negative (ad es.: "Disprezzo il caffè") che avevano per oggetto i cibi piacevoli sono state spostate più velocemente in orizzontale nonostante il loro valore di verità fosse giudicato come vero («È vero che lo disprezzo») e, quindi, secondo l'ipotesi della compatibilità semantica avrebbero dovuto essere spostate più velocemente in verticale; analogamente, le frasi negative che riguardavano i cibi spiacevoli sono state spostate più velocemente in verticale sebbene il loro valore

di verità fosse giudicato come falso («È falso che lo disprezzo») e, quindi, secondo il primo tipo di compatibilità si sarebbero dovute spostare più velocemente in orizzontale.

Le frasi negative, infatti, sono state inserite nello studio per permettere una distinzione tra i due tipi di compatibilità, mentre per le frasi vere le due compatibilità risultano congruenti: le frasi positive (ad es.: “Apprezzo il caffè”) che avevano per oggetto cibi piacevoli e il cui valore di verità è stato giudicato come vero («È vero che lo apprezzo») sono state spostate più velocemente in verticale (direzione compatibile con entrambi i tipi di compatibilità), e, analogamente, le frasi positive che avevano per oggetto cibi spiacevoli e il cui valore di verità è stato giudicato come falso («È falso che lo disprezzo») sono state spostate più velocemente in orizzontale (direzione compatibile con entrambi i tipi di compatibilità). Questo pattern era emerso già nell’analisi del primo tipo di compatibilità, dove l’interazione tra la Condizione e il Valore di Verità aveva mostrato un effetto più ampio per le frasi positive, effetto che era dovuto, appunto, alla compatibilità affettiva.

Confrontando i due tipi di compatibilità, inoltre, è risultato che la dimensione dell’effetto di compatibilità semantica (sia di quello trovato nel primo esperimento del primo studio che di quello trovato in questo quarto esperimento) era minore rispetto alla dimensione dell’effetto di compatibilità affettiva.

Per quanto riguarda la differenza significativa trovata tra le frasi vere e false e tra quelle positive e negative, indipendentemente dalla condizione, questo risultato confermerebbe un importante dato presente in letteratura circa la complessità di elaborare le negazioni (si veda la discussione del primo esperimento), e la loro interazione significativa indicherebbe che i contenuti che vengono accettati o rifiutati sia dal punto di vista linguistico (sulla base del valore di verità) che dal punto di vista più affettivo (sulla base della valenza) vengono elaborati in modo analogo.

Tuttavia, come emerso dall’analisi delle quattro direzioni di risposta, mentre per le frasi vere e false è stato possibile individuare una direzione precisa verso cui il movimento di risposta è stato più veloce, ovvero la direzione del primo movimento coinvolto nei gesti completi dell’annuire e dello scuotere la testa, per le frasi riguardanti i cibi non c’è stata una direzione specifica verso cui la risposta all’oggetto è stata più veloce, per cui la compatibilità si è presentata più in generale con le direzioni di movimento verticale e orizzontale.

In sintesi, quindi, questi risultati confermano la presenza di una compatibilità motoria tra i movimenti della testa e un processo cognitivo di ordine superiore come la valutazione di stimoli, e più gli stimoli sono carichi emotivamente, più l’effetto di compatibilità è ampio.

Tuttavia, esistono ricerche che hanno trovato effetti di compatibilità spaziale, più che motoria, con parole con valenza affettiva, soprattutto per la dimensione verticale (Xie, Huang, Wang, Liu, 2015), per cui decidere se questo tipo di compatibilità affettiva sia stato dovuto alla

dimensione spaziale piuttosto che ai movimenti della testa risulterebbe una questione ancora aperta. Per questo motivo, come nel primo studio, abbiamo voluto testare le due compatibilità in un compito in cui la modalità di risposta non richiedeva il movimento della testa ma l'utilizzo del mouse.

2.6 Esperimento 5

2.6.1 Metodo

Partecipanti

Un totale di 70 studenti (di cui 61 di sesso femminile, età media 21.98, ds 6.42) ha preso parte all'esperimento per crediti formativi. Tutti i partecipanti avevano una percezione normale dei colori e un'acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto prima dell'inizio dell'esperimento. Nessun partecipante ha preso parte agli esperimenti precedenti. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a due gruppi (C = 33; D = 37).

Materiali e apparato

Gli stimoli e l'apparato erano uguali a quelli dell'esperimento precedente.

Per evitare una possibile distorsione delle risposte dovuta a un'eccessiva sensibilità del mouse la sua velocità è stata rallentata, come nel secondo esperimento del primo studio.

2.6.2 Procedura

L'esperimento è avvenuto in una stanza separata e tranquilla. Le istruzioni mostrate, la sessione di pratica e il compito principale erano identici a quelli dell'esperimento precedente, fatta eccezione per i vari riferimenti ai movimenti della testa che sono stati sostituiti con riferimenti ai movimenti del mouse.

Come negli esperimenti precedenti, dopo la sessione di pratica, il primo gruppo (Gruppo C) iniziava il compito principale con la posizione delle barre "Vero" in verticale e quelle "Falso" in orizzontale, nel primo blocco, e con la posizione delle barre invertita nel secondo; mentre per il secondo gruppo (Gruppo D) l'ordine dei blocchi era invertito.

Alla fine del compito principale ai partecipanti è stato somministrato il questionario esplicito sulle preferenze alimentari.

Analisi dei dati

Come negli esperimenti precedenti, il tempo di risposta veniva registrato come il tempo che intercorreva tra la comparsa della frase e l'inizio del movimento.

Per la pulizia dei dati sono stati utilizzati gli stessi criteri, per cui sono state eliminate: le prime 8 risposte di ogni blocco (16%), le risposte con tempi minori di 300 msec (2.4%) e quelle con tempi superiori a 3000 msec (2%), le risposte che esprimevano una preferenza diversa tra i due blocchi (1.2%) o diversa rispetto a quella espressa al questionario finale (12%), o in cui la direzione iniziale del movimento era diversa dalla posizione della barra di risposta (13.8%), e le risposte riferite a cibi considerati indifferenti al questionario finale (7.2%).

I dati sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (riducendo la distorsione della distribuzione da 1.29 a 0.33) e analizzati con la tecnica dei modelli lineari misti.

2.6.3 Risultati

Come nell'esperimento precedente, i fattori fissi di Gruppo (Gruppo C/Gruppo D) e Blocco (Blocco 1/Blocco 2) e la loro interazione sono stati inseriti nel modello insieme al Tipo (Positivo/Negativo) e al Valore di Verità delle frasi (Vero/Falso) [Tavola 5(a)].

L'effetto della compatibilità semantica non si è presentato dal momento che nessuna interazione tra Blocco e Gruppo è stata trovata [$F(1,5032) = 0.88$, $ES = 0.014$ $p = .35$] (Fig. 5). Al contrario, si è ripresentata la differenza tra frasi vere e false [$F(1,5042)=11.12$, $ES=0.010$, $p<.001$] tra positive e negative [$F(1,5055 = 111.36$, $ES= 0.010$ $p < .001$] e tra i due blocchi [$F(1,5072)=115.07$, $ES= 0.007$, $p<.001$] e i due gruppi [$F(1,66)=7.06$, $ES= 0.039$, $p=.009$].

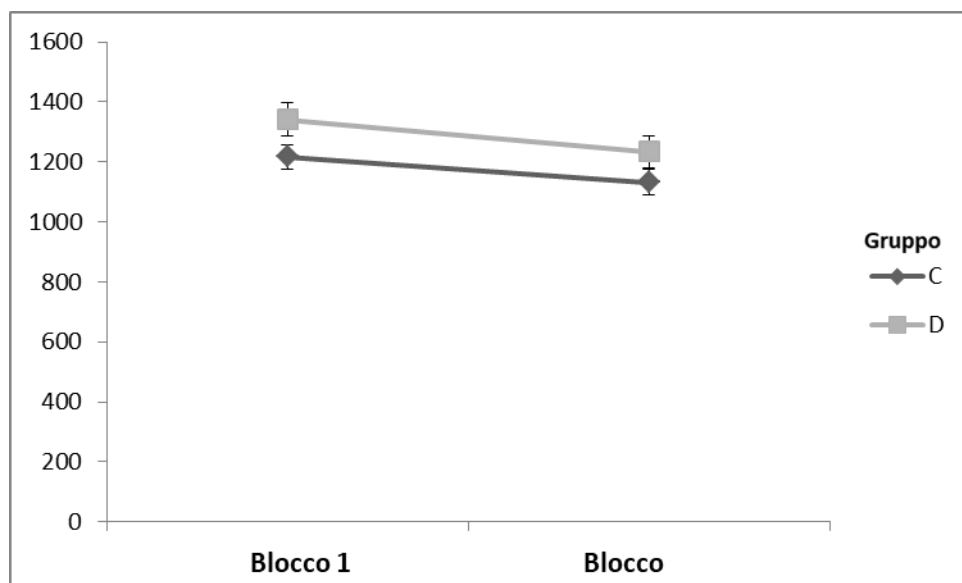


Figura 5 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nel Blocco 1 e nel Blocco 2 per il Gruppo C e il Gruppo D dell'Esperimento 5. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Per testare l'effetto della compatibilità affettiva abbiamo costruito un modello con la Condizione ricalcolata sulla base delle preferenze espresse al questionario, il Tipo e la loro

interazione come fattori fissi, e il loro effetto come random *slopes* per i soggetti, e l'effetto singolo della Condizione come random *slopes* per gli item [Tavola 5(b)].

Anche in questo caso l'effetto non si è presentato: nessuna differenza tra le condizioni [F(1,57)=0.26, ES= 0.010, p=.61] (Fig. 5.1), nè l'interazione con il Tipo [F(1,66) = 0.01, ES = 0.036, p = .92]. Il Tipo invece è rimasto un fattore significativo [F(1,65) = 276.02, ES = 0.007, p < .001].

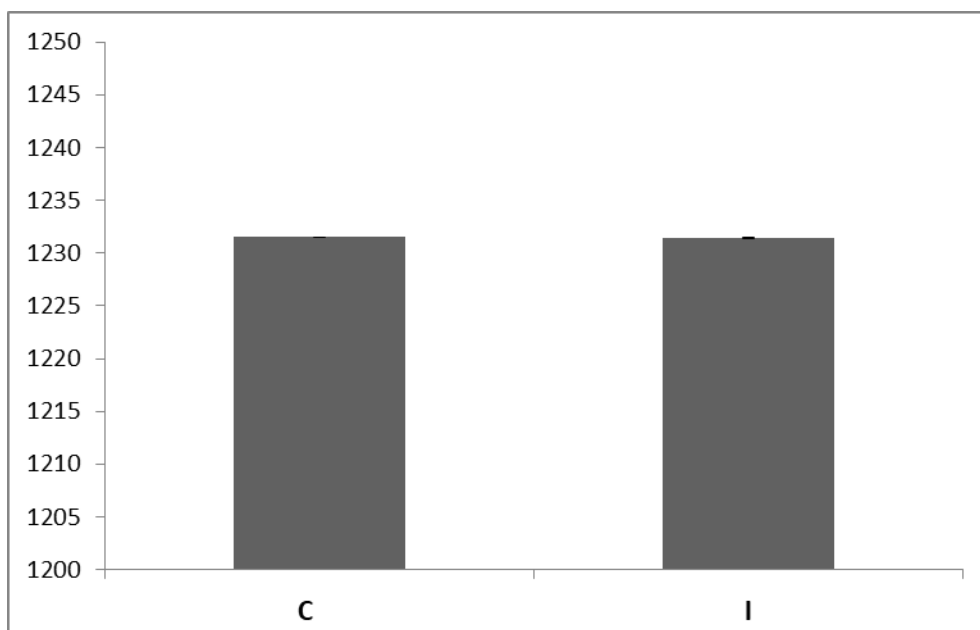


Figura 5.1 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) secondo l'ipotesi della compatibilità affettiva dell'Esperimento 5. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

2.6.4 Discussione

In questo quinto esperimento, i partecipanti hanno valutato il valore di verità della stessa serie di frasi utilizzate nell'esperimento precedente e nelle stesse condizioni, fatta eccezione per la modalità di risposta che richiedeva di muovere il mouse al posto della testa.

In linea con le aspettative, quando il movimento da fare per valutare gli stimoli non era un movimento della testa, non è stato trovato nessun effetto di compatibilità. La differenza tra i due blocchi, infatti, ha mostrato la presenza di un effetto della pratica, con una velocizzazione dei tempi nel secondo blocco, che però non è stato influenzato dall'effetto della condizione.

Questo risultato supporta la nostra ipotesi generale secondo cui la compatibilità indagata è motoria e non spaziale e, cioè, generata dall'attivazione della simulazione dei due gesti dell'annuire e dello scuotere la testa durante l'elaborazione, rispettivamente, di contenuti che si accettano e si rifiutano, e non dalla congruenza con le dimensioni spaziali della verticalità e orizzontalità.

2.7 Discussione generale

Data la presenza di un effetto di compatibilità motoria, definita “semantica”, tra i due gesti della testa e la valutazione del valore di verità di frasi oggettivamente vere e false, trovato nel primo studio del presente lavoro, lo scopo di questo secondo studio è stato quello di testare l’effetto con stimoli diversi, ovvero con la valutazione di frasi il cui valore di verità non è convenzionalmente stabilito ma definibile sulla base delle preferenze personali. In aggiunta, abbiamo voluto testare un secondo tipo di compatibilità, definita “affettiva”, che abbiamo ipotizzato verificarsi con il valore, positivo o negativo, dell’oggetto delle frasi. In generale, quindi, l’ipotesi riguardava l’attivazione della simulazione dei due movimenti verticali e orizzontali, coinvolti nei gesti dell’annuire e dello scuotere la testa, con l’elaborazione di contenuti accettabili o rifiutabili, sia semanticamente che affettivamente.

Per discriminare tra i due tipi di compatibilità abbiamo utilizzato come stimoli delle dichiarazioni semplici nella forma di espressioni di preferenze soggettive, con valenza positiva o negativa, aventi per oggetto una serie di alimenti. La scelta di questo tipo di oggetto è stata motivata dal fatto che i gusti alimentari rappresentano una tematica per cui si può esprimere facilmente una preferenza, senza particolari *bias*, e, cioè, senza che ci sia timore o orgoglio nel farlo. Al contrario, un effetto di desiderabilità sociale si sarebbe potuto presentare se avessimo scelto un altro tipo di oggetto con valenza, ad esempio, sociale, effetto che avrebbe potuto falsare o rallentare il processo di valutazione del valore di verità delle frasi. L’aspettativa era quindi di replicare l’effetto di compatibilità che abbiamo definito “semantica” con il valore di verità delle frasi e di testare la presenza di un effetto più generale di compatibilità che abbiamo definito “affettiva” con il valore degli oggetti delle frasi.

Dall’analisi dei tempi di risposta è emerso che le frasi valutate come vere sono state spostate più velocemente con il movimento verticale della testa, mentre le frasi false con il movimento orizzontale, replicando l’effetto di compatibilità motoria trovato nel primo studio con frasi oggettivamente vere e false. Tuttavia, dai dati è emerso anche che, in linea con la compatibilità affettiva ipotizzata, le frasi che riguardavano i cibi piacevoli sono state spostate più velocemente in verticale e quelle riguardanti i cibi spiacevoli in orizzontale, indipendentemente dal valore di verità delle frasi e con una dimensione dell’effetto più ampia di quella della compatibilità semantica. Diversamente, quando lo stesso compito di valutazione è stato svolto senza il controllo degli stimoli con la testa, non è stato riscontrato nessun tipo di compatibilità.

In sintesi, quindi, questo secondo studio replica l’effetto di compatibilità riscontrato con la valutazione del valore di verità di frasi e lo estende a un tipo di valutazione in cui entrano in gioco fattori più soggettivi ed emozionali, dimostrando come la valutazione di contenuti piacevoli, in

quanto connotati positivamente, sia in grado di attivare la simulazione del movimento verticale della testa, mentre la valutazione di contenuti spiacevoli, perché connotati negativamente, attivi la simulazione del movimento orizzontale della testa.

Questo nuovo risultato sembrerebbe portare evidenza a favore di quelle ricerche di *embodied social cognition* che hanno trovato effetti di compatibilità tra la valutazione soggettiva della piacevolezza o spiacevolezza di stimoli e i movimenti di approccio ed evitamento del braccio (Solarz, 1960; Cacioppo et al., 1993; Forster & Strack, 1997; Chen & Bargh, 1999; Wentura et al., 2000; Alexopoulos & Ric, 2007; Saraiva et al., 2013). Infatti, dal momento che, secondo il modello dell'Approccio ed Evitamento (Solarz, 1960; Chen & Bargh, 1999) avvicinare significa ridurre la distanza tra il sé e lo stimolo, mentre rifiutare significa aumentare quella distanza, allora sembra plausibile interpretare il gesto dell'annuire, che è un movimento verticale della testa che va dall'alto verso il corpo, come un movimento di approccio, mentre lo scuotere la testa, che è un movimento orizzontale che va da lato a lato, come un movimento di evitamento. Questa interpretazione non è nuova ma era stata già suggerita da Darwin (1872) nel suo libro sull'espressione delle emozioni negli uomini e negli animali, secondo cui i due gesti della testa traggono la loro origine dai movimenti di approccio e di evitamento che l'infante compie durante l'allattamento.

A questo punto è necessaria una precisazione. L'attivazione della simulazione dei due movimenti della testa durante la valutazione di contenuti accettabili e rifiutabili, così come la simulazione in generale, viene ipotizzata essere un meccanismo automatico e, quindi, in grado di attivarsi in modo istantaneo e senza consapevolezza. Tuttavia, stabilire il grado con cui un processo cognitivo di ordine superiore, come la valutazione, può dirsi *embodied*, e, cioè, individuare a quale livello dell'elaborazione cognitiva avviene l'attivazione della simulazione sensorimotoria, è ancora una questione aperta all'interno degli approcci *embodied* (si veda Körner et al., 2015). Alcuni autori, ad esempio, sostengono che la simulazione sia un meccanismo di default che si manifesta involontariamente e precisamente nel momento in cui lo stimolo viene elaborato, suggerendo come la cognizione sia essa stessa una simulazione sensorimotoria (e.g., Moors & De Houwer, 2006; Zwaan & Taylor, 2006; Shtyrov et al., 2014).

Nel nostro studio, il compito che abbiamo progettato per rilevare la compatibilità motoria ipotizzata non ha reso possibile distinguere a che livello ha avuto luogo l'effetto, e, cioè, se si sia presentato con la comprensione della frase, con la sua valutazione, o nell'atto di decidere la direzione della risposta. Dal momento che la compatibilità è stata rilevata attraverso la misurazione dei tempi di risposta nei primi 20 pixel di distanza dal punto iniziale del movimento, l'interpretazione più semplice pone la compatibilità ai primi livelli, e, cioè, nei tempi di preparazione all'azione. Di conseguenza, l'automaticità viene postulata sulla base del fatto che la simulazione viene attivata senza l'intenzione del partecipante.

Nei nostri esperimenti, i partecipanti non sono stati informati sul significato dei movimenti richiesti dal compito e, infatti, non è stato richiesto esplicitamente di annuire e scuotere la testa ma semplicemente di controllare degli stimoli sullo schermo del computer e valutarli attraverso l'azione della loro testa. Inoltre, dal momento che questi movimenti potevano essere orientati solo verso uno dei quattro lati dello schermo, e uno per volta, cioè non contemporaneamente sopra e sotto o a destra e a sinistra (come avviene nei due gesti), allora appare chiaro come l'associazione con i significati dei due gesti non fosse per niente esplicita. Sulla base di queste motivazioni, quindi, si potrebbe affermare che l'effetto trovato nei nostri esperimenti sia automatico e implicito.

Tuttavia, è bene precisare che ai partecipanti è stato richiesto di valutare esplicitamente il valore di verità delle frasi e non il valore del loro oggetto. Questa differenza è stata riscontrata nell'analisi dell'interazione con le quattro direzioni di movimento: mentre per la valutazione del valore di verità, le direzioni più veloci sono risultate coincidenti con le direzioni dei primi movimenti coinvolti nei due gesti dell'annuire e dello scuotere la testa, per la valutazione del valore dell'oggetto delle frasi questa interazione non si è presentata, per cui la compatibilità ha riguardato più in generale le direzioni verticale e orizzontale dei due movimenti della testa. La causa di questa differenza potrebbe essere individuata nel fatto che i gesti dell'annuire e dello scuotere la testa sono di fatto gesti interattivi che vengono, quindi, performati in contesti di interazione con gli altri, per cui la valutazione esplicita del valore di verità degli stimoli, basata su aspetti convenzionali e condivisi da una comunità, ha attivato i due gesti della testa in quanto espressioni corporee aventi funzione comunicativa "per l'altro". Al contrario, la valutazione implicita del valore, positivo o negativo, degli oggetti ha attivato i due gesti in quanto movimenti di approccio e di evitamento "per sé", e cioè movimenti in grado di diminuire e aumentare la distanza tra il sé e lo stimolo.

Considerati i risultati, dunque, abbiamo ritenuto importante testare nuovamente la compatibilità motoria con i due movimenti della testa in un compito che però non richiedesse alcun tipo di valutazione esplicita ma esclusivamente di spostare gli stimoli verso uno dei quattro lati dello schermo, in orizzontale e in verticale. In questo modo, è stato possibile chiarire la questione circa la natura dell'effetto e, cioè, se questo si presenti al livello della valutazione esplicita dello stimolo o al livello, precedente e più automatico, della sua elaborazione implicita.

2.8 Esperimento 6

2.8.1 Metodo

Partecipanti

Un totale di 56 studenti ha partecipato all'esperimento per crediti formativi (di cui 33 di sesso femminile, età media 23.17, ds 9.38). Tutti i partecipanti avevano una percezione normale dei colori e un'acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto prima dell'inizio dell'esperimento. Nessun partecipante ha preso parte agli esperimenti precedenti.

Materiali e apparato

L'esperimento era costituito da 4 fasi: una sessione di pratica, seguita dal compito principale, un compito di riconoscimento e un questionario esplicito finale.

Diversamente dagli esperimenti precedenti, il compito principale era costituito da un unico blocco dove compariva una sola barra laterale per stimolo. La posizione delle barre è stata bilanciata per le due dimensioni, verticale e orizzontale.

Gli stimoli del compito principale erano in totale 128 dichiarazioni semplici costituite da una sola frase, presentate in ordine randomizzato per ogni partecipante, di cui 64 oggettivamente vere e false (prese dal primo studio) e 64 positive e negative riguardanti una serie di 32 alimenti (prese dal secondo studio). Di queste frasi: 16 frasi vere e 16 frasi positive venivano mostrate con la barra di risposta in verticale, e altre 16 vere e 16 positive con la barra di risposta in orizzontale; 16 frasi false e 16 frasi negative con la barra di risposta in verticale, e altre 16 false e 16 negative con la barra di risposta in orizzontale.

Nella fase di riconoscimento sono stati inseriti degli stimoli filler costituiti da frasi non presentate durante il compito principale. Questa fase è stata inserita per controllare che le frasi fossero lette, dal momento che il compito non richiedeva una valutazione esplicita e, quindi, per escludere dall'analisi quei partecipanti che potevano aver spostato le frasi senza leggerle.

Il questionario esplicito riguardava la valutazione dei 32 cibi oggetto delle frasi positive e negative. In questo modo, è stato possibile controllare eventuali incongruenze tra le risposte date con la testa e quelle date al questionario ed escludere dall'analisi quegli item in cui l'alimento non era oggetto di una particolare preferenza.

2.8.2 Procedura

L'esperimento si è svolto in una stanza luminosa, tranquilla e separata dalla stanza degli sperimentatori. All'inizio della sessione di pratica le istruzioni spiegavano ai partecipanti che si

trattava di una ricerca per testare il funzionamento del *software* di controllo degli stimoli con i movimenti della testa.

Successivamente le istruzioni spiegavano che il compito consisteva nel posizionare il cursore all'interno della casella nera per far comparire la frase e di spostarla velocemente verso la barra di risposta che sarebbe comparsa insieme alla frase su uno dei quattro lati dello schermo. Per assicurarsi che le frasi venissero lette, le istruzioni spiegavano che alla fine del compito di spostamento, i partecipanti avrebbero dovuto riconoscere quali frasi erano comparse durante il compito. Alla fine del compito principale, quindi i partecipanti hanno dovuto indicare in una lista di frasi quali avevano visto e quali no.

Terminata questa fase di riconoscimento, i partecipanti hanno compilato il questionario esplicito indicando per ciascuno dei 32 alimenti il loro grado di apprezzamento, scegliendo tra 3 opzioni ("mi piace", "non mi piace", "mi è indifferente"). L'esperimento si concludeva con la fase di debriefing.

Analisi dei dati

I tempi di risposta sono stati registrati con la stessa procedura e le stesse modalità degli esperimenti precedenti. I dati sono stati puliti eliminando: le prime 8 risposte (6.2%), le prove con i tempi minori di 300 msec e superiori a 3000 msec (2.1%), le prove in cui la posizione della barra di risposta non coincideva con la direzione iniziale del movimento (10.1%) e le prove riguardanti i cibi indicati come indifferenti nel questionario (3.7%). Nessun partecipante è stato escluso dall'analisi sulla base della fase di riconoscimento per aver totalizzato più del 50% di errori. I tempi restanti sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (la distorsione della distribuzione si è ridotta da 1.53 a 0.59) e analizzati con la tecnica dei modelli lineari misti.

2.8.3 Risultati

Nel primo modello è stata analizzata la compatibilità definita "semantica" con il valore di verità, per cui le prove con le frasi vere (sia oggettivamente che sulla base delle preferenze soggettive espresse nel questionario) spostate in verticale, e le frasi false (sia oggettivamente che sulla base delle risposte date al questionario) spostate in orizzontale, sono state codificate come appartenenti alla condizione compatibile, mentre le prove con le frasi vere spostate in orizzontale e le frasi false in verticale come appartenenti alla condizione incompatibile. Il modello quindi ha incluso come fattori fissi la Condizione (Compatibile/Incompatibile) e il Tipo di stimolo (Oggettivo/Soggettivo) [Tavola 6(a)].

Senza un'esplicita intenzione di valutare il valore di verità delle frasi, non si è verificata nessuna differenza tra le condizioni compatibile e incompatibile [$F(1,227) = 0.16$, $ES = 0.009$, $p =$

.69] (Fig. 6) e nessuna interazione con il tipo di stimolo [$F(1,227) = 0.22$, $ES = 0.017$, $p = .69$], mentre è risultata statisticamente significativa la differenza tra le frasi valutabili oggettivamente e quelle valutabili soggettivamente [$F(1,124) = 7.46$, $p = .007$].

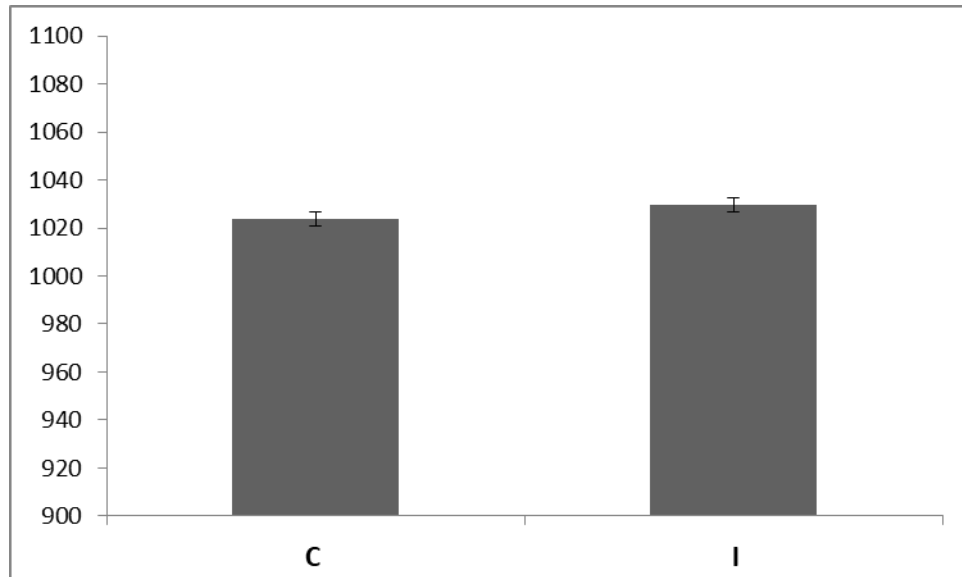


Figura 6 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) secondo l'ipotesi della compatibilità semantica dell'Esperimento 6. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Data questa differenza tra frasi oggettive e soggettive abbiamo deciso di analizzare le soggettive separatamente e testare la compatibilità che abbiamo definito “affettiva”.

Le frasi che riguardavano i cibi piacevoli che erano state spostate in verticale, insieme alle frasi che riguardavano i cibi spiacevoli spostate in orizzontale sono state codificate come appartenenti alla condizione compatibile, mentre le frasi con i cibi piacevoli che erano state spostate in orizzontale e le frasi con i cibi spiacevoli che erano state spostate in verticale come appartenenti alla condizione incompatibile. Questo secondo modello ha incluso come fattori fissi la Condizione (Compatibile/Incompatibile) e il Tipo di frase soggettiva (Positiva/Negativa) [Tavola 6(b)].

I tempi nella condizione incompatibile sono risultati più lunghi rispetto a quelli della condizione compatibile tuttavia la loro differenza non è risultata significativa [$F(1,574) = 1.89$, $ES = 0.011$, $p = .17$] (Fig. 6.1). Anche la differenza tra frasi positive e negative non è risultata significativa [$F(1,58) = 1.58$, $ES = 0.014$, $p = .21$] e neanche l'interazione della Condizione con il Tipo [$F(1,596) = 0.01$, $ES = 0.022$, $p = .93$].

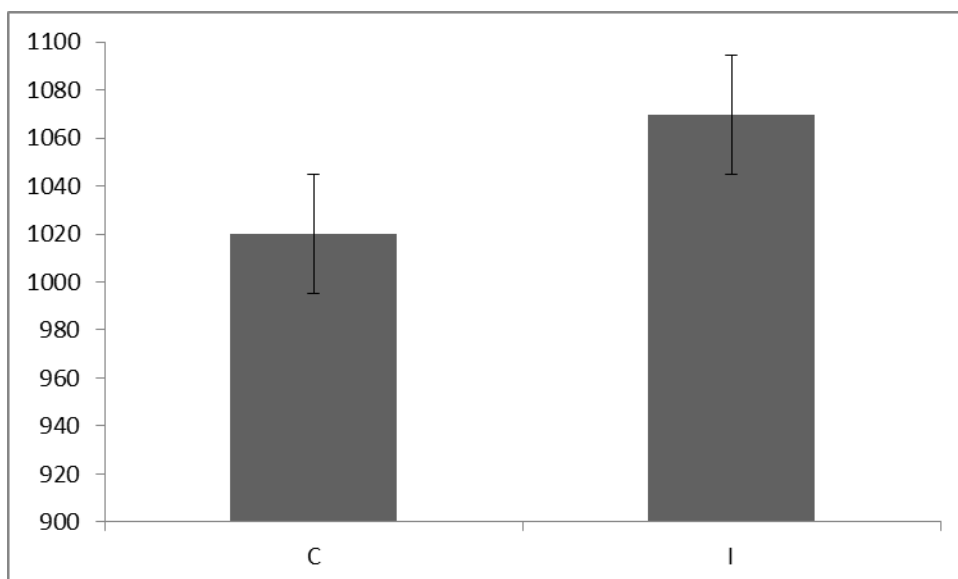


Figura 6.1 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) secondo l'ipotesi della compatibilità affettiva dell'Esperimento 6. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

Data l'assenza di differenze significative tra le due condizioni, per entrambi i tipi di compatibilità ipotizzata, l'interazione con le quattro direzioni di risposta non è stata analizzata.

2.8.4 Discussione

Lo scopo di questo sesto esperimento è stato quello di testare l'effetto di compatibilità motoria trovato tra i movimenti orizzontali e verticali della testa e la valutazione di contenuti accettabili o rifiutabili, in un compito che non richiedesse una valutazione esplicita degli stimoli, per individuare a che livello (esplicito o implicito) si verificasse l'attivazione della simulazione dei due movimenti della testa.

I risultati hanno mostrato che senza un'intenzione esplicita di valutare, non si è verificato nessuno dei due tipi di compatibilità ipotizzate. Tuttavia, è risultata significativa la differenza tra frasi valutabili oggettivamente e frasi valutabili soggettivamente.

Data questa differenza, e data, inoltre, la maggiore differenza tra le condizioni nella direzione ipotizzata per la compatibilità affettiva rispetto a quella semantica, riteniamo che l'assenza di significatività per la compatibilità affettiva sia stata dovuta al fatto che l'analisi ha riguardato solo la metà delle prove dell'esperimento, e, cioè, solo le frasi valutabili soggettivamente (mentre la compatibilità semantica ha riguardato tutte le frasi).

Per questo motivo, abbiamo deciso di ripetere l'esperimento escludendo le frasi oggettivamente vere e false e utilizzando come stimoli solo le frasi riguardanti i cibi. Inoltre, per un'analisi più precisa delle direzioni abbiamo bilanciato la posizione delle barre laterali non solo

per le dimensioni orizzontale e verticale (come era stato fatto per gli esperimenti precedenti) ma per ciascuna delle quattro direzioni (su, giù, destra, sinistra).

2.9 Esperimento 7

2.9.1 Metodo

Partecipanti

Un totale di 44 studenti (di cui 36 di sesso femminile, età media 20.65, ds 1.42) ha partecipato all'esperimento in cambio di crediti formativi. Tutti i partecipanti avevano una percezione normale dei colori e un'acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto prima dell'inizio dell'esperimento. Nessun partecipante ha preso parte agli esperimenti precedenti.

2.9.2 Materiali, apparato e procedura

L'apparato era uguale a quello dell'esperimento precedente: una sessione di pratica, un compito principale, seguito da un compito di riconoscimento e un questionario esplicito.

Gli stimoli, invece, erano esclusivamente frasi valutabili soggettivamente e espressioni giudizi su 32 alimenti: 64 frasi positive (16 per ognuna delle quattro barre laterali) e 64 frasi negative (16 per ognuna delle quattro barre laterali) sono state mostrate in ordine random diversificato per ogni partecipante per un totale di 128 stimoli.

La procedura era identica a quella dell'esperimento precedente.

Analisi dei dati

Per la pulizia dei dati sono state eliminate le prime 8 risposte (6.1%), le prove con tempi *outlier* (1%), le prove con le contraddizioni tra la prima direzione dello spostamento e la posizione della barra laterale di risposta (5.6%) e le prove per i cibi indicati come indifferenti nel questionario esplicito (9.6%). Nessun partecipante è stato escluso per aver fatto più del 50% di errori nella fase di riconoscimento. I dati sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (riducendo la distorsione della distribuzione da 2.24 a 0.84), e sottoposti all'analisi dei modelli lineari misti.

2.9.3 Risultati

Inizialmente abbiamo analizzato la compatibilità semantica: il primo modello ha incluso come fattori fissi la Condizione (Compatibile/Incompatibile), il Tipo (Negativo/Positivo) e la loro interazione [Tavola 7(a)].

La differenza tra la condizione compatibile e incompatibile non è risultata significativa [$F(1,4497) = 0.00$, $ES = 0.007$, $p = .97$] (Fig. 7), mentre è risultata significativa l'interazione con il tipo di frase [$F(1,4498) = 11.55$, $ES = 0.01$, $p < .001$], con una differenza tra le due condizioni nella direzione ipotizzata per le positive e non per le negative (Fig. 7.1).

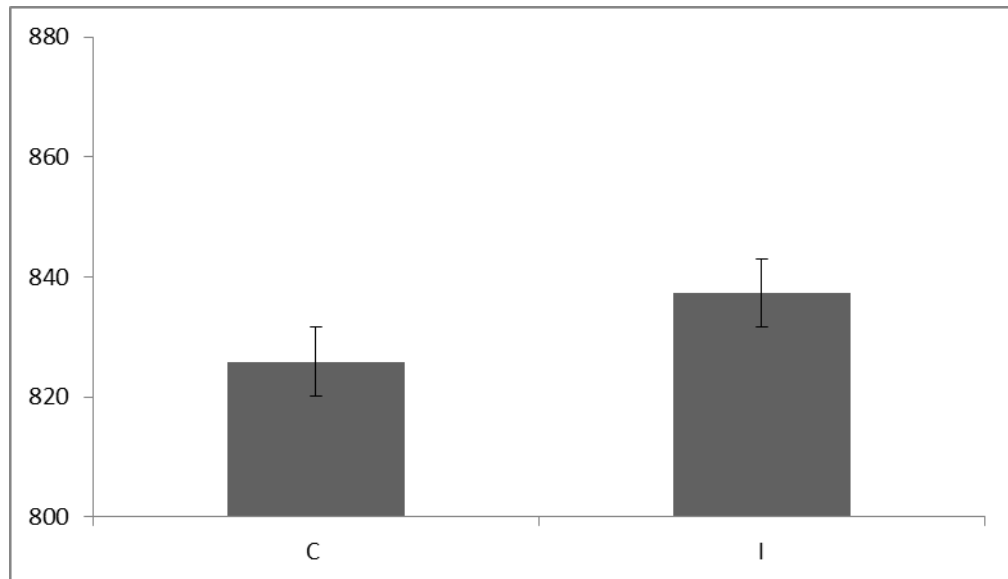


Figura 7 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) secondo l'ipotesi della compatibilità semantica dell'Esperimento 7. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

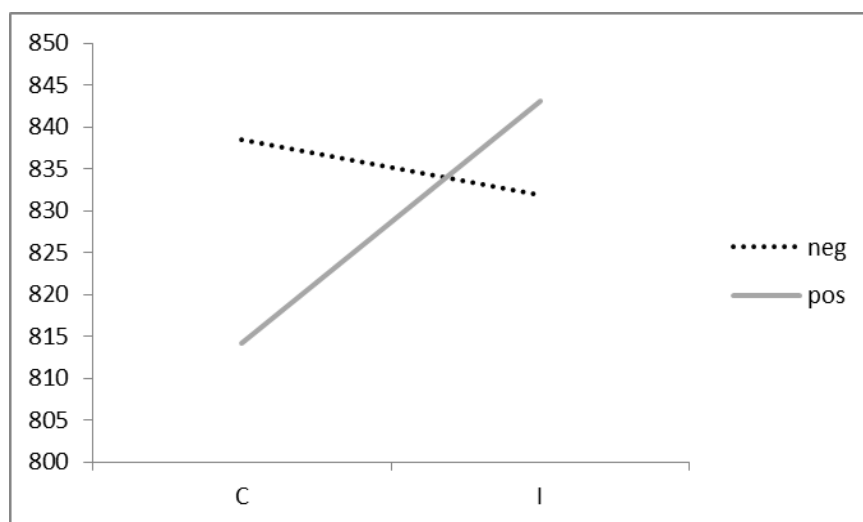


Figura 7.1 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) per le frasi Positive e Negative dell'Esperimento 7.

Quest'ultimo risultato era previsto dal momento che, come abbiamo illustrato in precedenza, per le frasi positive esiste una congruenza tra le direzioni delle due compatibilità ipotizzate, per cui la differenza trovata sarebbe dipesa dall'influenza della compatibilità affettiva.

Per analizzare la compatibilità affettiva, come negli esperimenti precedenti, è stato costruito lo stesso modello utilizzato per la compatibilità semantica ma con le condizioni, compatibile e incompatibile, ricalcolate sulla base delle preferenze nei confronti dei cibi oggetto delle frasi [Tavola 7(b)].

In questo caso, la differenza tra le due condizioni è risultata significativa [$F(1,4498) = 11.55$, $ES = 0.007$, $p < .001$] e indipendente dalla formulazione positiva o negativa della frase. Infatti, nessuna interazione con il Tipo è risultata [$F(1,4498) = 0,00$, $p = .97$] e nessuna differenza tra i due tipi di frase [$F(1,59) = 0.72$, $ES = 0.008$, $p = .40$].

Inserendo in un modello successivo l'effetto della compatibilità come random *slopes* per i soggetti e gli item [Tavola 7(c)], la significatività si è riconfermata con una dimensione dell'effetto molto ampia [$F(1,45) = 5.40$, $ES = 0.009$, $p = .02$, $\eta^2 = .88$] (Fig. 7.2).

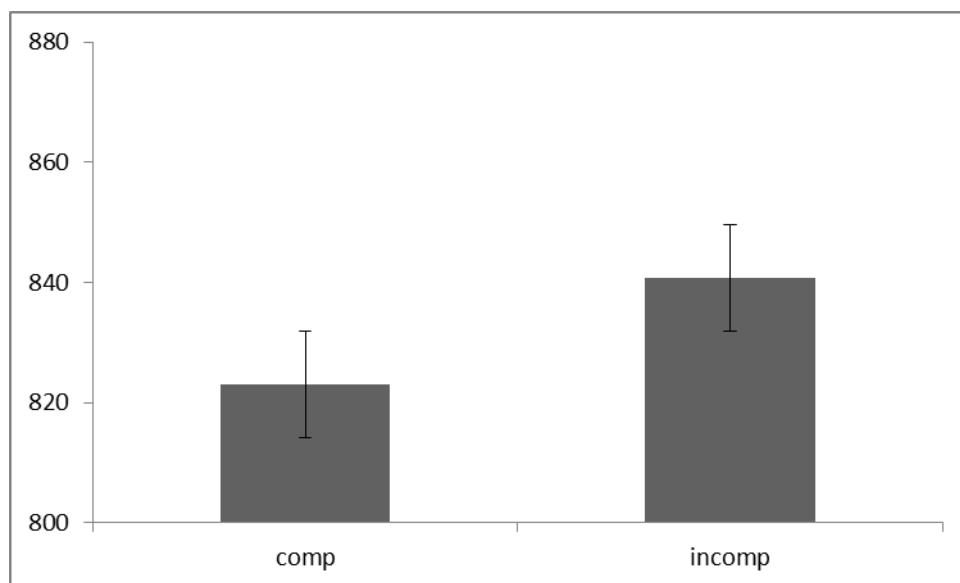


Figura 7.2 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella Condizione Compatibile (C) e Incompatibile (I) secondo l'ipotesi della compatibilità affettiva dell'Esperimento 7. Le barre d'errore indicano la deviazione standard.

Per analizzare l'interazione con le quattro direzioni è stata condotta un'Anova a misure ripetute con Valore dell'oggetto (Piaciuto/Non-piaciuto) e Direzione (Su, Giù, Destra, Sinistra) come fattori *within*. La differenza tra le direzioni è risultata significativa [$F(3, 123) = 3.36$, $p < .05$] ma non la differenza tra i valori [$F(1, 41) = 0.74$, $p < .39$] e neanche l'interazione con il valore dell'oggetto [$F(3, 123) = 0.24$, $p = .87$] (Fig. 7.3).

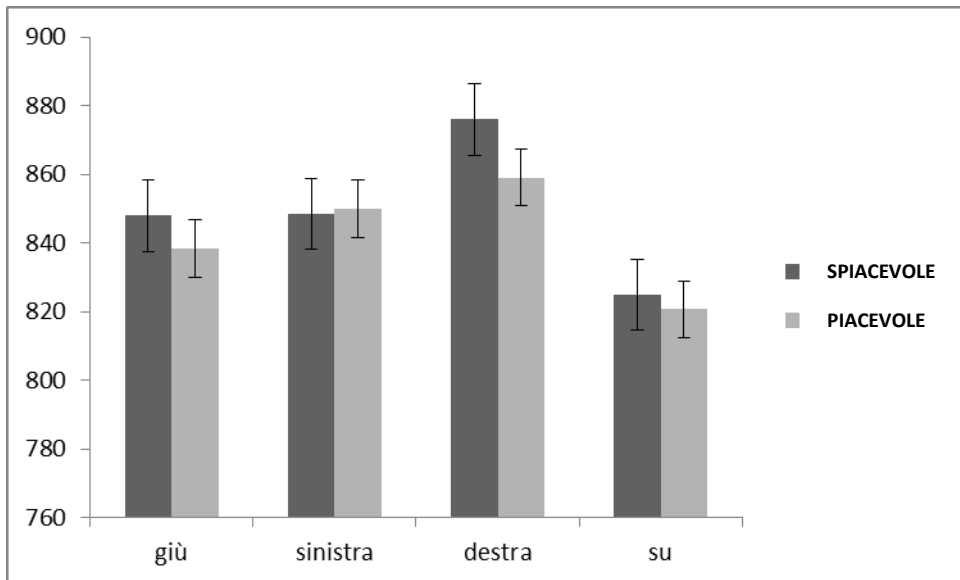


Figura 7.3 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) per il Valore dei cibi nelle quattro direzioni di movimento della testa dell’Esperimento 7. Le barre d’errore indicano l’errore standard.

2.10 Discussione generale

In questo settimo esperimento il compito principale consisteva nel trascinare, attraverso il controllo degli stimoli con la testa, una serie di frasi esprimenti giudizi soggettivi su alcuni alimenti verso uno dei quattro lati dello schermo, in orizzontale e in verticale, senza alcuna richiesta esplicita di una loro valutazione.

La compatibilità semantica con il valore di verità delle frasi, trovata con i movimenti della testa nel primo esperimento del primo studio, dove la richiesta della valutazione degli stimoli era esplicita, in questo caso non si è presentata. Diversamente, la compatibilità con il valore positivo e negativo degli oggetti delle frasi si è presentata anche in assenza di una richiesta esplicita della loro valutazione, per cui le frasi riguardanti i cibi piacevoli sono state spostate più velocemente in verticale mentre le frasi riguardanti i cibi spiacevoli in orizzontale.

Questo risultato è importante dal momento che dimostra che esiste un effetto di compatibilità motoria tra il movimento verticale e orizzontale della testa e l’elaborazione affettiva di contenuti, e che questo effetto è automatico non solo perché procede senza la consapevolezza dell’agente ma anche perché l’attivazione della simulazione dei due movimenti avviene al livello dell’elaborazione implicita dello stimolo.

Al contrario, la compatibilità che abbiamo definito “semantica” si è presentata solo quando era presente l’intenzione esplicita di valutare gli stimoli e, quindi, al livello della valutazione degli stimoli, successivo rispetto al livello dell’elaborazione implicita. Questo dato è riscontrabile anche

nei i tempi di risposta che sono stati complessivamente molto più brevi negli esperimenti impliciti di questo terzo studio, rispetto agli esperimenti espliciti del primo e del secondo studio.

Per quanto riguarda l'analisi delle quattro direzioni, come nel quarto esperimento, la loro interazione con il valore dell'oggetto non è risultata significativa. Come spiegato nella discussione del secondo studio, riteniamo che il verificarsi della compatibilità affettiva con le direzioni orizzontali e verticali piuttosto che con le direzioni specifiche dei movimenti iniziali coinvolti nei due gesti dell'annuire e dello scuotere la testa sia dovuta al fatto che, quando la valutazione è soggettiva e, quindi, "per sé", i due movimenti della testa vengono attivati in quanto movimenti automatici di avvicinamento e allontanamento dal corpo più che come gesti comunicativi "per l'altro".

Analogamente, l'assenza di significatività per la differenza tra i cibi piacevoli e spiacevoli può essere spiegata alla luce del tipo di tematica utilizzato per la costruzione degli stimoli: gli alimenti, infatti, possono avere valenze diverse, e, cioè, possono essere più o meno piacevoli in base alla persona che li giudica; tuttavia, tra gli stimoli adoperati in questa ricerca non erano presenti dei cibi o delle combinazioni di alimenti realmente disgustose e, quindi, con un valore negativo tale da attivare un ampio movimento di evitamento. Infatti, diversamente dai cibi piacevoli, che nei vari esperimenti, in media, sono stati spostati più velocemente verso l'alto, per i cibi spiacevoli non è stato possibile rilevare una direzione precisa. Nonostante ciò, è stato comunque possibile rilevare la compatibilità con le direzioni, verticale e orizzontale, dei due gesti della testa.

Alla luce di questi risultati, quindi, riteniamo possibile concludere che i movimenti verticali e orizzontali della testa tipicamente eseguiti nei gesti dell'annuire e dello scuotere la testa per esprimere accettazione e rifiuto, possono essere attivati in modo automatico e implicito durante l'elaborazione, rispettivamente, di contenuti ritenuti accettabili e rifiutabili, e che l'effetto di compatibilità motoria che abbiamo definito "affettiva" può essere inquadrato all'interno del modello generale dell'Approccio ed Evitamento (Chen & Bargh, 1999).

A questo punto, occorre fare un'importante precisazione: come anticipato nel primo capitolo, l'annuire e lo scuotere la testa per dire "sì" e "no" sono pratiche culturali largamente diffuse negli Stati Uniti e in gran parte d'Europa ma non possono dirsi convenzioni universali. Diverse culture, infatti, esprimono l'accordo e il disaccordo, l'accettazione e il rifiuto, con diversi movimenti della testa. Per esempio, gli stessi gesti verticali e orizzontali in Bulgaria possono avere esattamente il significato opposto (McClave et al., 2007).

Nello studio condotto sulla compatibilità *bottom-up* con partecipanti americani e bulgari (Andonova & Taylor, 2012), in cui i due movimenti della testa erano stati indotti per testare la loro influenza sugli atteggiamenti, gli autori hanno trovato un effetto di compatibilità motoria con le due direzioni solo nel campione americano, e non nel campione bulgaro; di conseguenza, ne conclusero

che gli effetti di *embodiment* non sono universali ma specifici della cultura di riferimento. Tuttavia, questo studio ha investigato esclusivamente la condizione in cui un'azione del corpo influenza un atteggiamento o uno stato mentale, e non la condizione inversa in cui uno stato mentale o emotivo influenza un'azione del corpo, come scelto, invece, per la nostra indagine. Per questo motivo abbiamo deciso di replicare i primi due esperimenti del primo studio con un campione di nazionalità bulgara⁶.

2.11 Esperimento 8

2.11.1 Metodo

Partecipanti

Un totale di 94 studenti della New Bulgarian University di Sofia (di cui 71 di sesso femminile, età media 21.71, ds 4.82) ha partecipato all'esperimento per crediti formativi. Tutti i partecipanti avevano una percezione normale dei colori e un'acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto all'inizio dell'esperimento. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a due gruppi (A = 47; B = 47).

Materiali e apparato

Il disegno sperimentale era uguale a quello impiegato nel primo esperimento del primo studio. In aggiunta, sono stati progettati un questionario implicito ed uno esplicito, per analizzare l'esposizione del campione bulgaro alla cultura occidentale.

Il questionario implicito era costituito da 10 domande che lo sperimentatore doveva formulare oralmente ai partecipanti e le cui risposte potevano essere esclusivamente o positive o negative (per esempio: "Hai già partecipato prima a questo studio?"; "Partecipi allo studio per avere dei crediti formativi?"). Lo scopo del questionario implicito, invece, era quello di osservare con che intensità e modalità i partecipanti annuivano e scuotevano la testa in una situazione di comunicazione interpersonale.

Il questionario esplicito (carta e matita), invece, includeva 15 domande con lo scopo di raccogliere informazioni sulla consapevolezza dei partecipanti circa il loro modo di gesticolare con la testa, la loro conoscenza delle lingue straniere e il livello di influenza della cultura occidentale.

Come nel primo studio, il compito principale è stato diviso in due blocchi (compatibile e incompatibile) il cui ordine è stato controbilanciato tra i gruppi: il Gruppo A ha avuto la condizione incompatibile (vero-verticale/falso-orizzontale; incongruente con la direzione dei movimenti della

⁶ La ricerca è stata condotta in collaborazione con il gruppo di lavoro della Prof. Elena Andonova, presso il Dipartimento di Psicologia e Scienze Cognitive della New Bulgarian University di Sofia.

testa utilizzati nella cultura bulgara per esprimere accordo e disaccordo) nel primo blocco, e quella compatibile (vero-orizzontale/falso-verticale) nel secondo blocco; per il Gruppo B, invece l'ordine dei blocchi è stato invertito.

Per quanto riguarda gli stimoli, tutte le istruzioni e le 120 frasi originali utilizzate nel primo esperimento del primo studio (60 oggettivamente vere e 60 oggettivamente false, con verbi copulativi e predicativi) sono state tradotte nella lingua bulgara. Per via di alcune differenze grammaticali col bulgaro, alcune frasi sono state interamente sostituite o trasformate al plurale rispettando il bilanciamento complessivo delle frasi. In ciascun blocco sono state presentate 60 frasi diverse (30 vere e 30 false), con un diverso ordine casuale per ogni soggetto.

Il monitor utilizzato per il compito principale (HP1955 LCD monitor a schermo piatto da 19 pollici a colori) è stato posizionato a circa 60 cm di distanza dalla posizione in cui i partecipanti erano seduti.

La procedura è stata controllata utilizzando lo stesso programma personalizzato scritto in Visual Basic 6 e il controllo del puntatore con la testa è stato reso possibile grazie allo stesso *software* libero 'Enable Viacam v.1.7.2'.

Come negli esperimenti precedenti, i tempi di risposta sono stati registrati dal momento in cui la casella nera veniva cliccata e la frase compariva, al momento in cui la casella raggiungeva una distanza di 20 pixel dal suo punto di partenza, sia in verticale che in orizzontale.

2.11.2 Procedura

L'esperimento si è svolto in una stanza luminosa, separata e tranquilla. Prima del compito principale, lo sperimentatore ha compilato il questionario implicito con le risposte dei partecipanti, registrando tutti i movimenti che i partecipanti eseguivano con la testa mentre rispondevano. Lo sperimentatore era stato precedentemente istruito a evitare di compiere, durante la conversazione, qualsiasi movimento con la testa che potesse influenzare le risposte motorie dei partecipanti.

Alla fine di questa fase, aveva inizio il compito principale. I partecipanti hanno inizialmente eseguito una sessione di pratica in cui sono stati istruiti a muovere la testa e a fare esperienza con i comandi che potevano far eseguire al puntatore (puntare, cliccare e trascinare) attraverso lo spostamento della casella nera centrale, verso ciascuno dei quattro i lati dello schermo (sopra, sotto, destra, sinistra).

Successivamente, come nel primo esperimento, le istruzioni spiegavano ai partecipanti che all'interno della casella nera posta al centro dello schermo avrebbero visto delle frasi che potevano essere vere o false e che il compito consisteva nel valutarne il valore di verità spostandole con la testa verso una delle quattro barre laterali.

L'esperimento si è concluso con la compilazione da parte dei partecipanti del questionario esplicito, al termine del quale ai partecipanti sono state poste le domande di debriefing per individuare eventuali difficoltà riscontrate durante la procedura sperimentale e per verificare se avessero scoperto l'ipotesi sperimentale.

Analisi dei dati

Come negli esperimenti precedenti, come prima operazione sono stati puliti i dati del compito principale: le prime 8 prove per ogni blocco sono state considerate ulteriore pratica e sono state rimosse (13%), insieme alle prove con risposte sbagliate (frasi vere valutate come false e viceversa) (47%) e alle prove in cui la direzione del primo movimento eseguito non coincideva con la posizione della barra laterale verso cui il soggetto aveva trascinato la frase (6%), più i tempi di risposta inferiori ai 300 msec (0,4%) e superiori ai 3000 msec (4%).

Dopo la pulizia dei dati, 6 partecipanti sono stati eliminati dalle analisi: 3 partecipanti per aver fatto più della metà degli errori e 3 partecipanti per un numero insufficiente di osservazioni dopo la pulizia dei dati. I tempi di risposta dei restanti 88 partecipanti sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (riducendo la distorsione della distribuzione da 0.77 a 0.06) e analizzati con la tecnica dei modelli lineari misti.

2.11.3 Risultati

Il primo modello ha incluso come fattori fissi: l'interazione di Blocco (Blocco 1/Blocco 2) X Gruppo (Gruppo A/Gruppo B), il Blocco, la Costruzione Grammaticale (Copulativa/Predicativa) e il Valore di Verità delle frasi (Vero/Falso) [Tavola 8(a)].

Dato il disegno a blocchi, l'effetto della pratica è risultato significativo con tempi di risposta minori nel Blocco 2 rispetto al Blocco 1, in entrambi i gruppi [$F(1,115) = 8.52$, $ES = 0.021$, $p = .004$], ma nessuna interazione con il Gruppo si è presentata [$F(1,7916) = 0.33$, $ES = 0.009$, $p = .6$] (Fig. 8), quindi, nessuna differenza tra condizione compatibile e incompatibile.

Sono risultate significative, invece, la differenza tra Gruppo A e Gruppo B [$F(1,86) = 3.96$, $ES = 0.03$, $p = .05$], con Gruppo B più veloce, e la differenza tra frasi vere e false [$F(1,115) = 15.54$, $ES = 0.02$, $p < .001$], con frasi false valutate più lentamente, e nessuna differenza per la Costruzione Grammaticale [$F(1,115) = 2.91$, $ES = 0.02$, $p = .09$].

Stando all'analisi del questionario implicito, è emerso che non tutti i partecipanti hanno annuito e scosso la testa allo stesso modo: 63 partecipanti hanno mosso la testa sia come fanno generalmente i bulgari sia come fanno gli occidentali, e 25 solo in stile occidentale.

Il questionario esplicito ha confermato questa ambivalenza. Infatti, solo 1 partecipante su 88 ha dichiarato di non di non conoscere come gli occidentali usano i movimenti della testa per

esprimere assenso e dissenso, e 73 partecipanti hanno dichiarato di usare lo stile occidentale, solo 11 quello bulgaro e 4 entrambi gli stili.

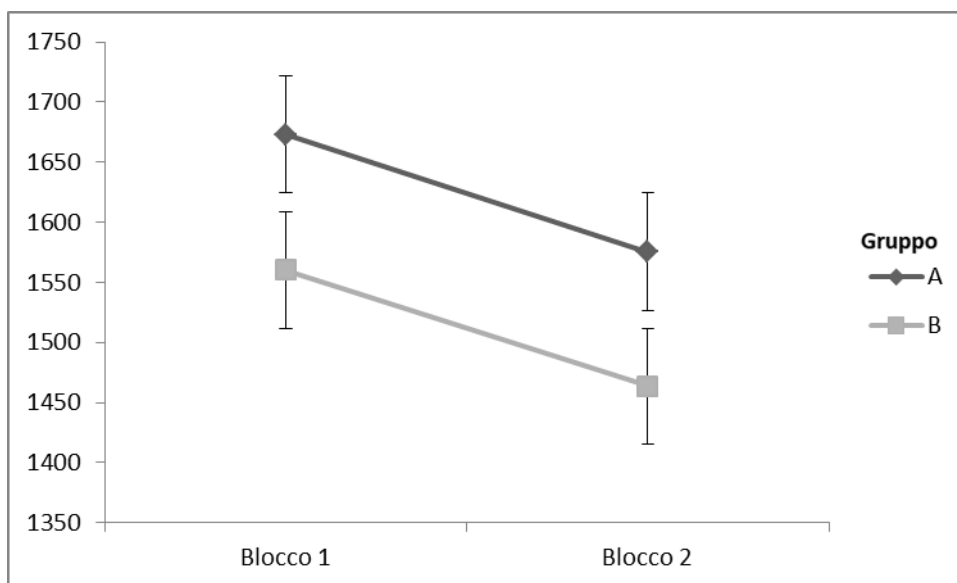


Figura 8 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nel Blocco 1 e nel Blocco 2 per il Gruppo A e il Gruppo B dell’Esperimento 8. Le barre d’errore indicano l’errore standard.

2.11.4 Discussione

I risultati di questo ottavo esperimento mostrano che l’effetto della pratica riscontrato nel secondo blocco, e, cioè, l’aver eseguito il compito già in un primo blocco, ha velocizzato le risposte di entrambi i gruppi, indipendentemente dalla posizione delle barre di risposta, evidenziando come i partecipanti siano stati in grado di adattarsi facilmente a entrambe le condizioni.

Questo dato può essere spiegato alla luce delle risposte date ai questionari: i partecipanti non hanno utilizzato un solo modo di annuire a scuotere la testa ma sono stati in grado di attivare sia la modalità occidentale che quella bulgara. Di conseguenza, questa capacità ha permesso ai partecipanti, durante il compito di spostamento delle frasi con la testa, di adattarsi a entrambi i tipi di configurazione senza manifestare una reale difficoltà nella condizione incompatibile, come invece avviene per gli occidentali (Fig. 8.1).

Tuttavia, dal momento che per il Gruppo A, che ha iniziato il compito con la condizione incompatibile nel primo blocco, sono stati registrati tempi di risposta molto più lunghi rispetto al Gruppo B, che ha iniziato con la condizione compatibile, è possibile ipotizzare che quando i partecipanti affrontavano per la prima volta il compito sia emerso più spontaneamente il pattern abituale eseguito dai bulgari. Tuttavia, questo pattern è stato modificato facilmente dalla pratica,

proprio perché i bulgari fanno quotidianamente esperienza con entrambi i modi di assentire e dissentire con la testa.

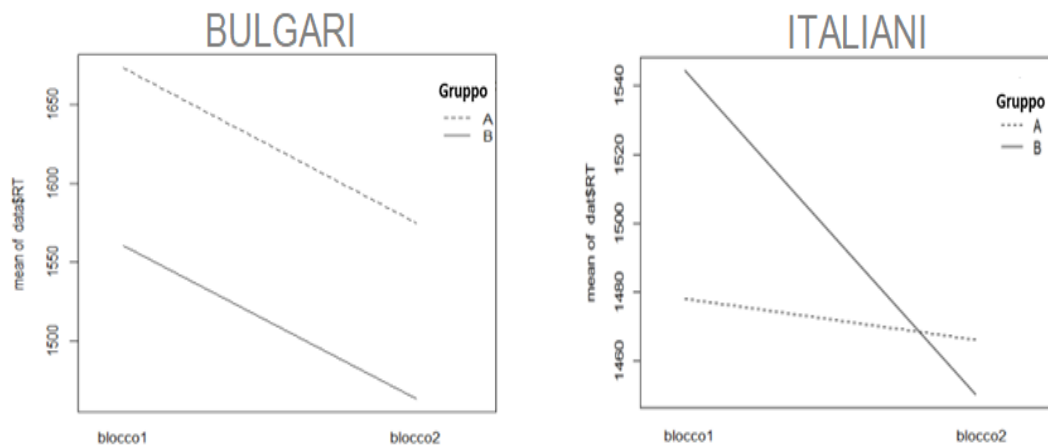


Figura 8.1 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nel Blocco 1 e nel Blocco 2 per il Gruppo A e il Gruppo B nel campione bulgaro dell’Esperimento 8 e nel campione italiano dell’Esperimento 1.

I bulgari, infatti, o, perlomeno, le generazioni più giovani (data l’età media del nostro campione), sono molto esposti alla cultura occidentale attraverso i media e lo studio delle lingue straniere, in particolare di quella inglese.

Per questo motivo, e anche rispetto a quanto trovato negli studi sul bilinguismo (Grosjean, 2001; Dijkstra & Van Heuven, 2002; Grosjean, 2008), circa la possibilità di attivare insieme a una lingua anche le sue componenti non verbali, abbiamo deciso di replicare quest’ultimo esperimento con un’altro campione bulgaro, utilizzando istruzioni e stimoli in lingua inglese. L’aspettativa generale era di rilevare, compatibilmente con la lingua utilizzata, l’attivazione dei gesti della testa secondo lo stile occidentale.

2.12 Esperimento 9

2.12.1 Metodo

Partecipanti

In totale 65 studenti della New Bulgarian University (di cui 33 di sesso femminile, età media 23.86, ds 5.81) hanno preso parte all’esperimento spontaneamente o in cambio di crediti formativi.

Tutti i partecipanti avevano una percezione normale dei colori e un’acuità visiva normale o corretta. Il consenso informato è stato ottenuto all’inizio dell’esperimento.

Nessun partecipante aveva preso parte all'esperimento precedente e tutti erano in grado di comprendere correttamente la lingua inglese. I partecipanti sono stati assegnati casualmente a due gruppi (A = 33; B = 32).

Materiali e apparato

L'apparato era identico a quello dell'esperimento precedente; l'unica differenza ha riguardato le istruzioni e gli stimoli che sono stati tradotti in inglese.

Procedura

La procedura era identica a quella utilizzata nell'esperimento precedente.

Analisi dei dati

Come in tutti gli esperimenti, i dati sono stati puliti eliminando: le prime 8 prove (13.3%), i tempi *outlier* (14.3%), gli errori (8.4%) e le prove in cui la prima direzione con corrispondeva con la posizione della barra laterale di risposta (16.4%).

In seguito alla pulizia dei dati, sono stati eliminati 3 partecipanti perché avevano più della metà delle prove con tempi *outlier*, e 2 partecipanti per un numero insufficiente di osservazioni restanti. Dall'analisi sono state eliminate anche tutte le prove di 14 frasi che avevano generato troppi errori nelle risposte, perché dal significato poco familiare per i partecipanti.

I tempi sono stati sottoposti a trasformazione logaritmica (riducendo la distorsione della distribuzione da 0.35 a -0.87).

2.12.2 Risultati

Nel primo modello sono stati inseriti l'interazione di Blocco (Blocco 1/Blocco 2) X Gruppo (Gruppo A/GruppoB), il Blocco, la Costruzione Grammaticale (Copulativa/Predicativa) e il Valore di Verità delle frasi (Vero/Falso) come fattori fissi [Tavola 9(a)].

L'interazione di Blocco X Gruppo è risultata significativa [$F(1,4024) = 5.53$, $ES = 0.015$, $p = .02$] (Fig. 9) e anche la differenza tra frasi vere e false [$F(1,101) = 53.26$, $ES = 0.016$, $p < .001$], mentre nessuna differenza è stata riscontrata tra i blocchi [$F(1,101)=2.51$, $ES= 0.016$, $p =.11$], tra i gruppi [$F(1,58) = 3.06$, $ES = 0.036$, $p =.08$] e tra le costruzioni grammaticali [$F(1,101) = 1.02$, $ES = 0.017$, $p =.31$].

Data l'interazione tra Blocco e Gruppo, nelle analisi successive abbiamo controllato l'effetto della Condizione (Condizione Occidentale: Blocco1 del GruppoA & Blocco2 del GruppoB/Condizione Bulgara: Blocco2 del GruppoA & Blocco1 del GruppoB). Il secondo modello includeva le intercette random e le *slopes* random per l'effetto della Condizione sia per i soggetti

che per gli item. I fattori fissi erano l'interazione di Condizione X Gruppo, il Valore di Verità e la Costruzione Grammaticale [Tavola 9(b)].

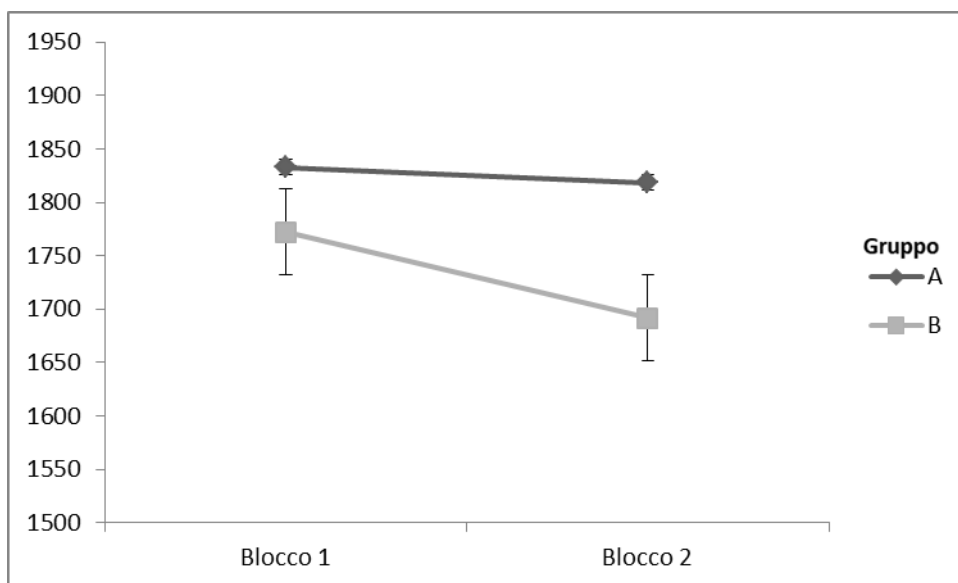


Figura 9 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nel Blocco 1 e nel Blocco 2 per il Gruppo A e il Gruppo B dell'Esperimento 9. Le barre d'errore indicano l'errore standard.

La differenza tra le condizioni non è risultata significativa [$F(1,71) = 1.56$, $ES = 0.017$, $p = .22$] (Fig. 9.1), anche se in media nella condizione occidentale i tempi sono stati minori. Al contrario, si è riconfermata la differenza tra le frasi vere e false [$F(1,101) = 41.19$, $ES = 0.009$, $p < .001$]. Si sono confermati come non significativi anche gli effetti del Blocco [$F(1,111) = 2.02$, $ES = 0.009$, $p = .15$], del Gruppo [$F(1,62) = 2.87$, $ES = 0.009$, $p = .09$] e della Costruzione Grammaticale [$F(1,101) = 1.01$, $ES = 0.009$, $p = .31$].

Dalle risposte al questionario implicito è emerso che: 37 partecipanti hanno mosso la testa sia come fanno generalmente i bulgari sia come fanno gli occidentali, mentre gli altri 23 hanno usato lo stile occidentale.

Il questionario esplicito ha confermato questa ambivalenza: solo 4 partecipanti su 60 hanno dichiarato di non star studiando nessuna lingua straniera e solo 13 di non conoscere come gli occidentali usano i movimenti della testa per esprimere assenso e dissenso, seppure fossero in grado di annuire e scuotere la testa al modo occidentale; inoltre, 15 partecipanti hanno dichiarato di usare entrambi gli stili, 35 quello occidentale e solo 10 quello bulgaro.

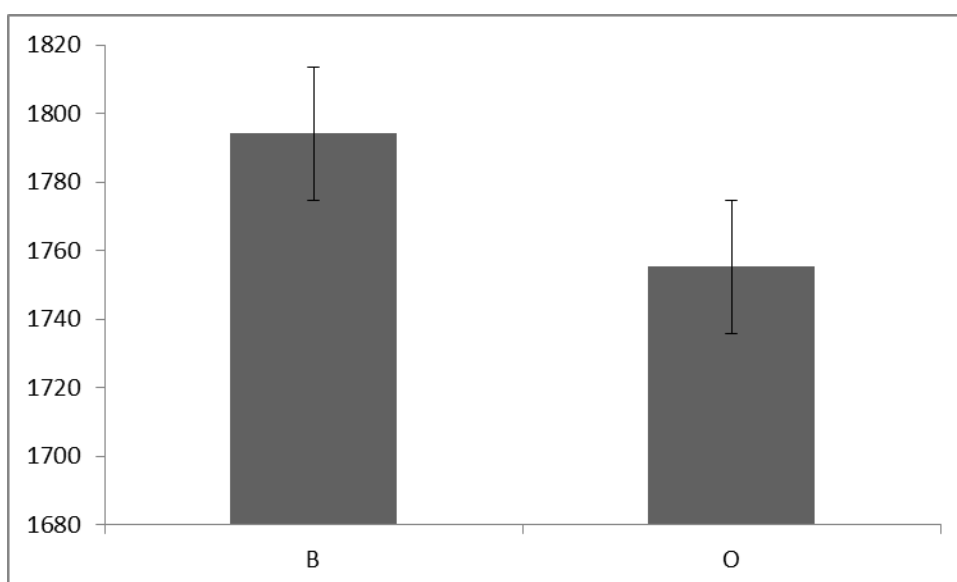


Figura 9.1 – Medie originali dei tempi di risposta (in msec) nella condizione Bulgara (B) e Occidentale (O) dell’Esperimento 9. Le barre d’errore indicano l’errore standard.

2.12.3 Discussione

Quest’ultimo esperimento differiva dal precedente solo per la lingua diversa, l’inglese, utilizzata dallo sperimentatore nelle interazioni con i partecipanti, nelle istruzioni e per gli stimoli.

Sulla base dei dati dell’esperimento precedente, da cui era emerso che i partecipanti erano stati in grado di annuire e scuotere la testa sia al modo occidentale che al modo bulgaro, l’obiettivo era quello di testare se con l’utilizzo di una lingua occidentale potesse attivarsi anche la relativa modalità di comunicare col corpo e, quindi, in questo caso, attivare l’annuire e lo scuotere la testa nelle direzioni occidentali.

Dai dati non è emersa una differenza significativa tra le condizioni, sebbene le prove in cui la posizione delle barre di risposta era congruente con la modalità occidentale (vero-verticale; falso-orizzontale) abbia generato tempi minori. Nell’esperimento precedente, al contrario, era emersa un’agevolazione nella condizione in cui le barre erano congruenti con la modalità bulgara (vero-orizzontale; falso-verticale).

Riteniamo, quindi, che la mancanza di significatività sia stata dovuta, come riscontrato già nell’esperimento precedente, alla capacità dei bulgari di adattarsi facilmente a entrambe le condizioni, perché, come emerso dai questionari implicito ed esplicito, sono capaci di eseguire, più o meno consapevolmente, entrambi i tipi di gesti per comunicare assenso e dissenso.

2.13 Discussione generale

Sulla base dei risultati complessivi di questo quarto studio che ha coinvolto un campione di nazionalità bulgara, possiamo concludere che non è stato possibile rilevare un effetto di compatibilità motoria con i due gesti della testa perché i bulgari sono in grado di utilizzare entrambe le modalità, occidentale e bulgara, di annuire e dissentire e, quindi, di adattarsi senza troppe difficoltà alle due diverse condizioni sperimentali.

Questa capacità dei bulgari ha reso difficile registrare un reale effetto di agevolazione o interferenza dovuta all'attivazione della simulazione dei due gesti, anche se il pattern bulgaro sembrerebbe quello più spontaneo dal momento che i gruppi che hanno iniziato il compito con la posizione delle barre di risposta compatibile con le direzioni dei gesti della testa dei bulgari (Gruppi B) sono stati i gruppi che, in entrambi gli esperimenti, hanno avuto complessivamente i tempi più brevi. Tuttavia, l'attivazione automatica del pattern bulgaro ha facilmente ceduto il passo all'attivazione automatizzata⁷ del pattern occidentale, dovuta all'esposizione di questa popolazione alle lingue straniere e, in generale, alla cultura occidentale.

Questo risultato conferma, quindi, quanto trovato nel precedente studio con i bulgari (Andonova & Taylor, 2012), in cui l'effetto di compatibilità con i due gesti della testa era stato trovato per il campione americano ma non per quello bulgaro.

⁷ Per un approfondimento sulla differenza tra automaticità e automatizzazione si veda (Treisman, Vieira, Hayes, 1992).

3 CONCLUSIONI

Sulla scia di un trend sempre più affermato tra gli studiosi della mente, l'*embodiment*, secondo cui cognizione e meccanismi sensorimotori sono fortemente interrelati, l'indagine sperimentale presentata in questo lavoro è stata ideata con l'obiettivo di testare la presenza di una relazione di compatibilità tra un processo cognitivo di ordine superiore, quale la valutazione di stimoli linguistici, e i movimenti orizzontali e verticali coinvolti rispettivamente nei due gesti dell'annuire e dello scuotere la testa (Barsalou, 2003; Gibbs, 2005; Niedenthal et al., 2005; Zwaan & Madden, 2005).

Per esaminare nel dettaglio questa relazione abbiamo ideato una procedura innovativa che ha permesso, per la prima volta, di controllare il movimento di stimoli sullo schermo di un computer direttamente con l'azione della testa, registrando sia la velocità che la direzione dei movimenti della testa durante l'elaborazione degli stimoli, in condizioni sperimentali compatibili e incompatibili. In questo modo, è stato possibile contribuire alla letteratura sugli effetti di compatibilità motoria (Goldstone & Barsalou, 1998; Glenberg & Kaschak, 2003; Zwaan, 2004; Zwaan et al., 2004; Barsalou, Santos, Simmons, Wilson, 2008; Casasanto, 2009), attraverso l'analisi di una parte del corpo ancora non sufficientemente indagata all'interno degli approcci *embodied*.

L'ipotesi era che la simulazione del movimento verticale della testa, tipicamente eseguito nel gesto dell'annuire, per esprimere assenso e accettazione, e quella del movimento orizzontale, coinvolto nel gesto dello scuotere la testa, tipicamente eseguito per esprimere dissenso e rifiuto, si attivassero rispettivamente durante l'elaborazione di stimoli accettabili e rifiutabili.

Questa ipotesi è stata formulata sulla base dei risultati di quelle ricerche che hanno trovato effetti di compatibilità motoria tra processi cognitivi di alto livello e altre parti del corpo (ad es.: Chen & Bargh, 1999; Glenberg & Kaschak, 2002), e condivide l'idea, sostenuta dai principali approcci *embodied* e *grounded*, secondo cui l'origine di questi effetti di facilitazione risiede nella capacità dei meccanismi sensorimotori di attivare simulazioni mentali (parziali) di precedenti esperienze sensoriali, motorie o affettive (Stein, 1994; Barsalou, 2003; Gibbs, 2005; Niedenthal et al., 2005).

L'aspettativa generale, quindi, era di trovare una velocizzazione nei tempi di risposta quando la direzione del movimento richiesto dal compito sperimentale coincideva con quella del gesto simulato e, viceversa, di registrare un rallentamento quando le due direzioni non coincidevano. In particolare, ci aspettavamo che gli stimoli ritenuti accettabili fossero spostati più velocemente in verticale, che è la direzione del gesto dell'annuire, e quelli rifiutabili in orizzontale, direzione del gesto dello scuotere la testa.

L'indagine ha incluso 4 studi principali che hanno esaminato approfonditamente diversi aspetti della relazione ipotizzata attraverso condizioni sperimentali diversificate ed esperimenti di controllo.

Dall'analisi dei dati raccolti con il primo studio è emerso che la simulazione del movimento verticale della testa è stata attivata compatibilmente con la valutazione esplicita del valore di verità di frasi oggettivamente vere, mentre quella del movimento orizzontale è stata attivata con la valutazione di frasi oggettivamente false, e che nessun effetto di compatibilità si è presentato quando il compito coinvolgeva una modalità di risposta diversa dal movimento della testa, o quando riguardava una valutazione diversa da quella del valore di verità.

Il secondo studio, che ha usato lo stesso apparato sperimentale del primo ma che ha richiesto la valutazione di frasi il cui valore di verità era soggettivamente definibile, ha portato, da un lato, a una replica dell'effetto di compatibilità trovato nel primo studio, che abbiamo definito "semantica" perché verificarsi con il significato delle frasi a partire dal quale è possibile compiere la valutazione del valore di verità, e, dall'altro, alla rilevazione di un secondo tipo di compatibilità definita "affettiva", che abbiamo ipotizzato presentarsi con il valore soggettivo, positivo o negativo, dell'oggetto delle frasi.

Per testare quale delle due compatibilità fosse più automatica e, quindi, più generale e in grado di spiegare più precisamente la relazione ipotizzata, abbiamo condotto un terzo studio, di natura implicita, in cui ai partecipanti veniva richiesto di eseguire lo stesso compito di spostamento con la testa di una serie di frasi, sia oggettivamente vere e false che aventi valenza positiva e negativa, senza alcuna richiesta esplicita di valutazione degli stimoli.

Dall'analisi dei dati è emersa la presenza dell'effetto di compatibilità affettiva, che abbiamo osservato essere più automatica perché in grado di presentarsi al livello dell'elaborazione implicita degli stimoli, indipendentemente dal loro valore di verità. Al contrario, la compatibilità semantica non è stata rilevata ma abbiamo osservato essere in grado di presentarsi esclusivamente con l'intenzione esplicita di valutare e, quindi, in uno stadio successivo all'elaborazione implicita degli stimoli.

A tal proposito, Barsalou (1999, p. 601), in una delle prime teorie sull'elaborazione *embodied* dei concetti astratti, aveva provato a fornire un'analisi dei tre passaggi che avvengono nel processo di valutazione del valore di verità di frasi: secondo l'autore, inizialmente la frase viene simulata mentalmente dall'agente, di conseguenza l'agente cerca di mappare la simulazione associandola a quanto percepito nel mondo e, infine, valuterebbe se la simulazione sia in grado di raffigurare accuratamente la situazione reale; se l'esito di questa mappatura è positivo, la frase viene considerata vera, altrimenti falsa. Stando a questa ipotesi, quindi, l'effetto di compatibilità affettiva è collocabile nella fase iniziale del processo di valutazione ovvero con la simulazione della

frase, mentre l'effetto di compatibilità semantica si verificherebbe nella fase finale, quando si valuta l'efficacia della mappatura, in una fase, cioè, successiva alla simulazione. La differenza tra i tempi registrati nei compiti di valutazione esplicita e implicita, con tempi complessivi minori nei compiti impliciti, costituirebbe una prova efficace di questa ipotesi⁸.

Un'ulteriore prova è costituita dalle differenze che abbiamo riscontrato tra le interazioni del valore di verità delle frasi e del valore del loro oggetto con le quattro direzioni di risposta: nella valutazione di frasi oggettivamente vere e false si sono attivati rispettivamente i movimenti direzionati verso l'alto e verso destra, che costituiscono i primi movimenti coinvolti nei due gesti dell'annuire e dello scuotere la testa, e che sono stati, quindi, attivati in quanto espressioni esplicite "per l'altro", di accordo e disaccordo; nella valutazione soggettiva, invece, i due gesti della testa sono stati attivati, più genericamente, come movimenti verticali e orizzontali di approccio ed evitamento del "sé" nei confronti di uno stimolo.

Sintetizzando i risultati di questi primi tre studi, quindi, è stato trovato che: (a) gli stimoli considerati accettabili (perché indicanti uno stato vero di cose o aventi per oggetto contenuti piacevoli) sono stati spostati più velocemente in verticale, perché hanno attivato la simulazione del gesto dell'annuire che è un movimento di approccio, mentre gli stimoli considerati rifiutabili (perché indicanti uno stato falso di cose o aventi per oggetto contenuti spiacevoli) sono stati spostati più velocemente in orizzontale, perché in grado di attivare la simulazione del gesto orizzontale dello scuotere la testa che è un movimento di evitamento; e che (b) quanto più forte è la valenza dello stimolo e, cioè, quanto più l'atteggiamento nei suoi confronti è carico emotivamente, tanto più l'effetto sarà ampio e in grado di presentarsi in modo automatico.

Aver trovato, quindi, effetti di compatibilità motoria tra questi due gesti e due diversi tipi di valutazione, una semantica, esplicita e basata su significati e conoscenze condivise, e una affettiva, implicita e dipendente da atteggiamenti emotivi consolidati con l'esperienza, ci ha portato a inquadrare i risultati complessivi all'interno del modello generale di Approccio ed Evitamento (Solarz, 1960; Chen & Bargh, 1999).

Questo inquadramento permette, da un lato, di dare credito a quegli autori che hanno interpretato il gesto dell'annuire, in cui si dirige la testa dall'alto verso il corpo, e quello dello scuotere la testa, in cui la si muove da destra verso sinistra (Wagner et al., 2014), come movimenti di avvicinamento e allontanamento (Darwin, 1872; Bousmalis et al., 2013; Osugi & Kawahara,

⁸Alcuni autori, basandosi sulle evidenze empiriche raccolte con materiale neutro o con valenza, hanno trovato che l'associazione tra una risposta motoria e un contenuto cognitivo non è sempre automatica, ma dipende in modo consistente dal tipo di compito che viene richiesto (de la Vega et al., 2012; Phaf, Mohr, Rotteveel, Wicherts, 2014) o dal tipo di strategia implementata per affrontarlo (Tomasino & Rumiati, 2013). De la Vega e colleghi (2012), ad esempio, hanno sostenuto che affinché l'attivazione sia innescata in modo automatico è necessario che l'associazione tra la risposta e la valenza sia esplicita. Le conclusioni del nostro studio sono in contrasto con questa posizione e dimostrano, al contrario, che è tanto possibile quanto necessario dimostrare effetti di compatibilità motoria automatici ed impliciti.

2018) e, dall'altro, di considerare l'effetto di compatibilità semantica come un sotto-effetto specifico di una compatibilità affettiva, più generale e automatica, per cui il meccanismo motorio che originariamente permetteva di avvicinare o evitare uno stimolo concreto, col tempo ha assunto la funzione comunicativa di esprimere concetti "per l'altro" come l'accordo e il disaccordo.

Alla luce di questi dati, inoltre, e come già dimostrato in parte dagli studi di Casasanto (2009), è possibile fornire una spiegazione soddisfacente degli effetti di compatibilità spaziale trovati tra concetti astratti, o aventi una valenza, e la dimensione della verticalità e dell'orizzontalità (Meier & Robinson, 2004; Meier et al., 2007; Meteyard et al., 2007; Dudschig et al., 2014), reinquadrando come sotto-effetti specifici dovuti all'associazione di significati positivi e negativi con le direzioni dei movimenti di avvicinamento ed allontanamento, i quali, appunto, attraverso l'esperienza ripetuta dei loro effetti concreti, piacevoli o spiacevoli, si sono caricati (e si sono fatti carico, in un'ottica di economia cognitiva) di significati simbolici analoghi⁹.

Infatti, il non aver trovato un effetto di compatibilità spaziale nei nostri esperimenti di controllo sarebbe dipeso proprio dai limiti di questo tipo di compatibilità, in quanto attivabile in contesti specifici, e la presenza in letteratura di risultati contrastanti circa l'associazione spaziale di uno stesso concetto con posizioni metaforiche ambivalenti ne costituisce un'ulteriore critica (Casasanto, 2009; Casasanto & Jasmin, 2010; Hurlienne et al., 2010; Casasanto & Chrysikou, 2011; de la Vega et al., 2012; Dudschig et al., 2015). Inoltre, è bene precisare che anche se i gesti della testa possono avere diverse funzioni in base al contesto linguistico in cui vengono eseguiti (cfr. Wagner et al., 2014), è possibile individuare un nucleo semantico comune ai loro usi specifici: l'annuire è espressione di positività (Poggi et al., 2010) e lo scuotere la testa di negatività (Kendon, 2003).

In conclusione, quindi, riteniamo che il modello generale dell'Approccio ed Evitamento (Solarz, 1960; Chen & Bargh, 1999) costituisca il migliore modello attuale in grado di spiegare i nostri dati e che la nostra ricerca estende questo effetto a un'altra parte importante del corpo, la testa, che, oltre al braccio, permette di compiere movimenti di avvicinamento o allontanamento rispetto a uno stimolo. Tuttavia, sebbene consideriamo che l'effetto sia generalizzabile, questo non può dirsi universale o, meglio, non ancora.

Come abbiamo visto nel terzo paragrafo del secondo capitolo, infatti, diverse culture hanno incorporato l'assenso e il dissenso in diversi movimenti della testa. Il caso più paradigmatico è costituito dalla popolazione bulgara, in cui i due gesti possono essere eseguiti per comunicare

⁹ In altri termini, quindi, l'associazione dei due gesti della testa con processi valutativi di alto livello e su contenuti astratti, come l'essere in accordo o in disaccordo con un contenuto, sarebbe originata da movimenti che servono a portare uno stimolo concreto verso il proprio corpo o lontano da esso, e che col tempo sono stati generalizzati come espressioni di positività e negatività (Bousmalis et al., 2013).

l'esatto opposto di quello che intendono gli occidentali: i bulgari usano un movimento verticale della testa per dire "no" e la ruotano di lato per dire "sì" (McClave et al., 2007).

Il quarto ed ultimo studio della presente indagine è stato condotto con un campione bulgaro con l'obiettivo specifico di testare la compatibilità semantica con le direzioni inverse dei due gesti. I risultati hanno mostrato una differenza cross-culturale nei modi in cui i due movimenti della testa possono essere attivati compatibilmente con l'elaborazione di stimoli veri e falsi: mentre per il campione italiano valutare una frase come vera ha attivato la simulazione del movimento verticale della testa, e valutare una frase come falsa quella del movimento orizzontale, per i bulgari è stato trovato che i due movimenti possono facilmente attivarsi nella valutazione sia di frasi vere che false, sebbene risulterebbe per loro più automatico eseguire il pattern bulgaro.

Ad ogni modo, se per gli occidentali l'effetto di compatibilità è considerabile stabile, nel senso che l'effetto dovuto all'attivazione della simulazione parziale dei due gesti è risultato significativo e replicabile, per i bulgari, invece, data la loro esposizione alla cultura occidentale (attraverso i media e lo studio di lingue straniere) e la loro conoscenza (esplicita o meno) della modalità occidentale di esprimere accordo e disaccordo, questa differenza è risultata meno individuabile. Infatti, nel campione bulgaro, l'interazione tra il movimento della testa e il valore di verità delle frasi, e, cioè, la differenza tra condizione compatibile e incompatibile, è stata rilevabile solo nel primo blocco, quando i partecipanti si avvicinavano per la prima volta al compito, mentre nel secondo blocco l'effetto della pratica ha nascosto l'effetto della condizione. Questo risultato, inoltre, è stato spiegato alla luce di quanto emerso dai due questionari, implicito ed esplicito, somministrato ai partecipanti: la quasi totalità dei partecipanti (tutti studenti universitari) ha dichiarato di essere esposta a culture e lingue straniere (principalmente occidentali).

Sulla base di questa versatilità della popolazione bulgara (o almeno di quella più giovane), che li rende capaci di utilizzare entrambi i tipi di gesti, abbiamo deciso di replicare l'esperimento con la richiesta di valutare gli stessi stimoli dell'esperimento precedente ma tradotti nella lingua inglese, con l'obiettivo di elicitare una compatibilità con le direzioni della testa tipiche della cultura occidentale. I dati raccolti hanno mostrato che non è emersa nessuna differenza significativa tra le due condizioni, anche se la lingua inglese sembrerebbe aver attivato lo schema motorio automatizzato occidentale rispetto a quello bulgaro. Tuttavia, in entrambi gli esperimenti, i partecipanti del gruppo a cui nel primo blocco era stato richiesto di eseguire movimenti compatibili con il modo di assentire e dissentire bulgaro, sono stati molto più agevolati nell'esecuzione del compito, riportando complessivamente tempi minori rispetto al gruppo che ha iniziato con la condizione incompatibile.

Quindi, stando ai risultati ottenuti con questo e con un precedente studio cross-culturale effettuato con campione bulgaro e americano (Andonova & Taylor, 2012), circa l'influenza

dell'induzione dei due gesti sulla valutazione di stimoli, l'ipotesi della specificità culturale teorizzata dagli autori sembrerebbe confermata per entrambi i versi della doppia relazione che le teorie dell'*embodiment* ipotizzano esistere tra meccanismi sensorimotori e elaborazione cognitiva, e, cioè, sia nel caso in cui è il corpo a influenzare la cognizione, sia nel caso inverso in cui la cognizione influisce sul corpo (Barsalou, 2010).

Tuttavia, bisogna considerare che in letteratura non esiste ancora un numero sufficiente di studi che affrontano la questione delle differenze negli effetti di *embodiment* tra le diverse culture e che l'ipotesi della specificità culturale sembrerebbe contraddire uno degli assunti fondamentali della prospettiva dell'*embodiment*, secondo cui la cognizione si fonda su esperienze sensorimotorie che vengono considerate universali, originariamente comuni a tutti gli esseri umani, come, appunto, le azioni possibili del corpo. In realtà, il conflitto tra le due posizioni sarebbe solo apparente perché la questione principale non è se l'*embodiment* sia universale o culturalmente determinato ma quanto gli aspetti culturali possano influire sui meccanismi universali supposti dall'*embodiment*, modificandoli. Per questo motivo, riteniamo che l'obiettivo degli approcci *embodied* debba essere sempre più quello di trovare i principi generali alla base della relazione esistente tra cognizione e azione, in grado di spiegare i fenomeni al di là, ma tenendone conto, dei vari modi in cui le culture o i singoli individui incorporano concetti o atteggiamenti.

Infatti, ad esempio, se la compatibilità motoria affettiva trovata nella nostra indagine con i movimenti della testa, così come per lo stesso tipo di effetto trovato con altre parti del corpo, è interpretabile come effetto della riattivazione delle tracce esperienziali associate a contenuti che si accettano o si rifiutano, di conseguenza, stando a questa ipotesi, il meccanismo alla base di questo tipo di fenomeni funzionerebbe riattivando i comportamenti maggiormente associati a un determinato contenuto, e, cioè, riattivando i pattern esperiti più frequentemente (Förster & Strack, 1997; Zwaan et al., 2004; Shalev, 2015) e, quindi, automatici, cioè indipendenti dalle differenze di superficie che riguardano i modi specifici di incorporare i significati, o automatizzati, che, al contrario, ne sono dipendenti. Inoltre, se si parte dal presupposto che i pattern più stabili sono quelli fondati su aspetti biologici, perché innati e meno influenzabili di quelli culturali, che sono intrinsecamente arbitrari, allora, appare chiaro che più si andranno ad indagare gli aspetti innati, automatici ed impliciti dell'*embodiment*, più si troveranno effetti "universali".

La nostra indagine, che ci ha portato alla formulazione dell'ipotesi del modello di Approccio ed Evitamento come modello per la compatibilità motoria trovata con i movimenti della testa, è nata proprio con l'obiettivo di trovare un effetto generale che fosse anche teorizzabile. Tuttavia, per poter affermare la sua universalità, riteniamo che l'effetto debba essere, prima di tutto, testato con diverse culture che incorporano l'assenso e il dissenso con diversi movimenti della testa. Ad esempio, potrebbe risultare rilevante per la questione, replicare, con un campione bulgaro, il nostro

terzo studio implicito: in assenza dell'intenzione di valutare sarebbe plausibile aspettarsi un effetto di compatibilità con le direzioni "universali" di approccio ed evitamento, indipendentemente dal modo in cui la cultura bulgara ha incorporato l'assenso e il dissenso¹⁰. Nel caso in cui si verificasse effettivamente questo risultato, si sarebbe incoraggiati a ricercare la matrice comune ai diversi effetti specifici di *embodiment* trovati in letteratura, mentre nel caso contrario si avrebbe un dato altrettanto interessante, a partire dal quale si potranno condurre indagini con lo scopo di chiarire il confine tra aspetti culturali e aspetti naturali, stabilendone il rispettivo peso nell'attivazione di determinati pattern motori.

Ad ogni modo, nuovi studi sono necessari per approfondire questo ed altri aspetti delle teorie dell'*embodiment* che sono ancora in un certo qual modo controversi ma tali proprio perché ancora non sufficientemente esplorati. Allo stesso modo, le conclusioni a cui siamo giunti nel presente studio, sono da interpretarsi prendendo in considerazione che in questo campo la letteratura sui movimenti della testa, una parte del corpo particolarmente attiva nelle interazioni umane di tutti i giorni, è, ad oggi, ancora molto carente. Inoltre, è bene tener conto anche di alcuni limiti metodologici della nostra indagine.

Per quanto riguarda la procedura utilizzata, ad esempio, l'impostazione della soglia di registrazione del movimento a una distanza arbitraria di 20 pixel dal punto di inizio, per quanto sia stata utile a minimizzare i movimenti random e a massimizzare la sensibilità dello strumento ai movimenti di risposta, potrebbe aver causato la perdita di ulteriori informazioni rilevanti circa i movimenti completi coinvolti nei gesti dell'annuire e dello scuotere la testa. Per ovviare a questo limite, potrebbe essere utile replicare il nostro studio con un rilevatore di movimenti come il Kinect (Microsoft, www.developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect), o con uno strumento simile che sia in grado di registrare tutte le informazioni direzionali e temporali per ogni segmento minimo del movimento. Una valida alternativa potrebbe essere quella di applicare un sensore di movimento direttamente sulla testa dei partecipanti, permettendo, quindi, una registrazione ancora più precisa e non affetta da probabili distorsioni dovute alla posizione frontale della telecamera rispetto al partecipante, o, per fare un esempio, alla sua frequenza di aggiornamento dei frame.

Per quanto riguarda, invece, il compito di spostamento di stimoli sullo schermo del computer, progettato per permettere di controllare i due movimenti della testa e studiare la loro compatibilità con i movimenti simulati ipotizzati, esistono in letteratura design sperimentali altrettanto validi e in grado di rilevare ulteriori effetti dell'attivazione automatica di simulazioni sensorimotorie. Per fare un esempio, in conclusione del compito di spostamento potrebbe essere interessante introdurre un compito di rievocazione degli stimoli osservati e studiare eventuali effetti

¹⁰ Questa indagine si sta svolgendo attualmente presso il dipartimento di Psicologia e Scienze cognitive della New Bulgarian University di Sofia.

di compatibilità tra i due movimenti e un processo diverso, come il ricordo di stimoli positivi o negativi, in linea con quanto compiuto nello studio di Forster & Strack (1997).

Analogamente, si potrebbe testare l'automaticità dell'attivazione della simulazione dei due movimenti analizzando l'impiego di risorse cognitive all'interno di un paradigma del doppio compito, dove la *working memory* è occupata da un compito secondario, e testarne gli effetti sui tempi di esecuzione dei due movimenti, o, in alternativa bloccare la testa dei partecipanti, in modo da non permettere alcun movimento e testarne gli effetti sui tempi e sulla qualità della valutazione degli stimoli (come è stato fatto per i muscoli della fronte, in Havas, Glenberg, Gutowski, Lucarelli, Davidson, 2010).

Riguardo ai campioni utilizzati, e in particolare a quello bulgaro, come già anticipato nella discussione del quarto studio, bisogna notare che i partecipanti erano tutti studenti universitari e, quindi, l'indagine è stata compiuta su una generazione di giovani che inevitabilmente è stata influenzata dall'occidentalizzazione portata dalla globalizzazione. Di conseguenza, sarebbe interessante, ma non meno complicato, riuscire a testare lo stesso paradigma con una generazione più anziana di bulgari che non è stata contaminata da forme di comunicazione e stili di vita occidentali. Per quanto riguarda il campione italiano, invece, bisogna tener conto che la maggioranza dei partecipanti era di sesso femminile: questo dato risulta degno di nota se si considera che alcuni studi condotti sul fenomeno dell'empatia hanno trovato una correlazione positiva tra il sesso femminile e la maggiore intensità e frequenza con cui viene usata la comunicazione non verbale rispetto al sesso maschile (Jolliffe & Farrington, 2006; Albiero, Matricardi, Speltri, Toso, 2009).

Restando in tema di partecipanti, riteniamo molto rilevante testare la nostra ipotesi di ricerca anche con un campione di bambini in età prescolare, periodo in cui inizia ad emergere il comportamento non verbale (Guidetti, 2005), all'interno di uno studio longitudinale, al fine di chiarire il peso degli aspetti naturali e culturali nella generazione degli effetti di compatibilità motoria. Con un campione così giovane, dovrà essere necessario tradurre gli stimoli linguistici in immagini aventi un valore equivalente o superiore, come ad esempio immagini di cibi particolarmente piacevoli e particolarmente disgustosi¹¹.

A tal proposito, è bene ribadire che la scelta di usare l'argomento degli alimenti come oggetto per la costruzione degli stimoli, nel secondo e nel terzo studio, era stata pensata per evitare eventuali effetti di distorsione o rallentamento delle risposte, che generalmente si presentano quando si richiede di esprimere valutazioni esplicite di materiale più carico emotivamente o avente una rilevanza sociale. Tuttavia, trattandosi di cibi, questa scelta potrebbe aver favorito l'emergere

¹¹ Attualmente, presso il Cognilab, si sta svolgendo una ricerca che utilizza lo stesso apparato dello studio implicito qui presentato ma con stimoli pittorici (immagini di cibi), con lo scopo di replicare l'effetto di compatibilità affettiva con stimoli non linguistici.

della compatibilità motoria con i movimenti della testa, considerando che questa parte del corpo, che include anche la bocca, viene molto coinvolta durante l'atto dell'alimentazione. Se si considera, inoltre, che tra gli stimoli non erano presenti dei cibi realmente disgustosi tali da attivare un forte movimento di evitamento, è chiaro che sono necessari ulteriori studi che coinvolgono i movimenti della testa con un tipo di stimoli diverso dai cibi e in grado di attivare atteggiamenti emotivamente più carichi.

Utilizzare questo tipo di stimoli può essere importante anche per quanto riguarda gli aspetti applicativi della presente indagine, che sono in linea con gli studi di *embodied social cognition* che sfruttano i processi sensorimotori automatici, alla base del comportamento sociale, per rilevare atteggiamenti impliciti, come gli stereotipi o i pregiudizi. La nostra procedura sperimentale, infatti, potrebbe essere utilizzata per sviluppare un test, costituito da un compito implicito in cui si richiede di spostare stimoli socialmente rilevanti in verticale e in orizzontale sullo schermo di un computer, in grado di sfruttare l'automaticità dell'attivazione del movimento dell'annuire e dello scuotere la testa per prevedere atteggiamenti di favore o sfavore nei confronti di situazioni, oggetti o gruppi sociali. Tuttavia, per rendere lo strumento operativo ed efficace riteniamo sia necessario innanzitutto indagare le modalità con cui i significati di 'accettabile' ed 'rifiutabile' sono stati incorporati dalle varie popolazioni, con l'obiettivo di trovare una matrice comune, universale e indipendente dalle specificità della cultura, che permetta, appunto, allo strumento di funzionare in modo preciso, andando a rilevare proprio quelle attivazioni più spontanee e meno soggette al controllo cosciente.

In conclusione, dunque, i risultati del presente lavoro portano ulteriore evidenza a sostegno dell'ipotesi *embodied* secondo cui le azioni che le persone eseguono col proprio corpo, sia fisiche, che simulate, sono in grado di influenzare la cognizione e che, al tempo stesso, aspetti cognitivi, affettivi e culturali possono influire sulle azioni, sia nel momento della loro acquisizione che durante la loro attivazione (Barsalou, 2010; Glenberg et al., 2013; Kaschak et al., 2014; Körner et al., 2015).

Con la nostra indagine, inoltre, abbiamo dimostrato come il gesto dell'annuire e dello scuotere la testa sia da considerarsi una forma speciale di azione di approccio ed evitamento nei confronti di uno stimolo, che deriva da simulazioni sensorimotorie basate su aspetti automatici e impliciti e che, con la cultura, ha assunto l'importante funzione di farsi veicolo del suo significato all'interno delle interazioni umane. In linea con i risultati della presente ricerca, quindi, riteniamo tanto interessante quanto doveroso indagare sempre più approfonditamente le modalità con cui questo tipo di azioni può interagire non solo con il linguaggio ma anche, e soprattutto, con la cognizione.

BIBLIOGRAFIA

- Aksan, M. (2011). The apocalypse happens when the feet take the position of the head. In Z. Maalej & N. Yu (Eds.), *Embodiment via body parts: studies from various languages and cultures*, 31. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- Albiero, P., Matricardi, G., Speltri, D., & Toso, D. (2009). The assessment of empathy in adolescence: A contribution to the Italian validation of the “Basic Empathy Scale”. *Journal of adolescence*, 32(2), 393–408.
- Alexopoulos, T., Ric, F. (2007). The evaluation-behavior link: Direct and beyond valence. *Journal of Experimental Social Psychology*, 43(6), 1010–1016.
- Alibali, M. W., Nathan, M. J., Wolfgram, M. S., Church, R. B., Jacobs, S. A., Johnson Martinez, C., & Knuth, E. J. (2014). How teachers link ideas in mathematics instruction using speech and gesture: A corpus analysis. *Cognition and instruction*, 32(1), 65–100.
- Anderson, J. R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 22(3), 261–295.
- Andonova, E., Taylor, H. A. (2012). Nodding in dis/agreement: a tale of two cultures. *Cognitive processing*, 13(1), 79–82.
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of memory and language*, 59(4), 390–412.
- Baayen, R. H., & Milin, P. (2010). Analyzing reaction times. *International Journal of Psychological Research*, 3(2), 12–28.
- Ballard, D. H., Hayhoe, M. M., Pook, P. K., & Rao, R. P. (1997). Deictic codes for the embodiment of cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 20(4), 723–742.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577–660.
- Barsalou, L. W. (2003). Situated simulation in the human conceptual system. *Language and Cognitive Processes*, 18, 513–562.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617–645.
- Barsalou, L. W. (2010). Grounded cognition: past, present, and future. *Topics in Cognitive Science*, 2, 716–724.
- Barsalou, L. W. (2016). On staying grounded and avoiding quixotic dead ends. *Psychonomic bulletin & review*, 23(4), 1122–1142.
- Barsalou, L. W., Niedenthal, P. M., Barbey, A. K., & Ruppert, J. A. (2003). Social embodiment. *Psychology of learning and motivation*, 43, 43–9.

- Barsalou, L. W., Santos, A., Simmons, W. K., & Wilson, C. D. (2008). "Language and simulation in conceptual processing" in *Symbols, Embodiment, Meaning*, eds M. De Vega A. M. Glenberg, & A. C. Graesser (Oxford: Oxford University Press), 245–284.
- Barsalou, L. W., Simmons, W. K., Barbey, A. K., & Wilson, C. D. (2003). Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems. *Trends in cognitive sciences*, 7(2), 84-91.
- Bates, E., Camaioni, L., & Volterra, V. (1975). The acquisition of performatives prior to speech. *Merrill-Palmer quarterly of behavior and development*, 21(3), 205–226.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.1–7. 2014.
- Bavelas, J. B. (1994). Gestures as part of speech: Methodological implications. *Research on language and social interaction*, 27(3), 201–221.
- Bavelas, J. B., Chovil, N. (2000). Visible acts of meaning: An integrated message model of language in face-to-face dialogue. *Journal of Language and social Psychology*, 19(2), 163–194.
- Bisiach, E., Luzzatti, C. (1978). Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 14(1), 129–133.
- Borghgi, A. M. (2012). "Action language comprehension, affordances and goals" in *Language and Action in Cognitive Neuroscience*, eds Y. Coello & A. Bartolo (London: Psychology Press), 125–143.
- Borghgi, A. M., Cimatti, F. (2009). Words as tools and the problem of abstract word meanings. In *Proceedings of the Cognitive Science Society* (Vol. 31, No. 31).
- Borghgi, A. M., Cimatti, F. (2010). Embodied cognition and beyond: Acting and sensing the body. *Neuropsychologia*, 48, 763 – 773.
- Borghgi, A. M., Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2004). Putting words in perspective. *Memory & Cognition*, 32(6), 863–873.
- Bousmalis, K., Mehu, M., & Pantic, M. (2013). Towards the automatic detection of spontaneous agreement and disagreement based on nonverbal behaviour: A survey of related cues, databases, and tools. *Image and Vision Computing*, 31(2), 203–221.
- Briñol, P., Petty, R. E. (2003). Overt head movements and persuasion: a self-validation analysis. *Journal of personality and social psychology*, 84(6), 1123.
- Brooks, R. A. (1991). Intelligence without representation. *Artificial intelligence*, 47(1-3), 139–159.
- Brysbaert, M. (2007). *The language-as-fixed-effect-fallacy: Some simple SPSS solutions to a complex problem*. London: Royal Holloway, University of London.
- Cacciola, S., Marradi, A. (1988). Contributo al dibattito sulle scale Likert basato sull'analisi di interviste registrate. *Marradi A.(a cura di), Costruire il dato. Sulle tecniche di raccolta delle informazioni nelle scienze sociali*, 63–102.

- Cacioppo, J. T., Priester, J. R., & Bernston, G. G. (1993). Rudimentary determination of attitudes: II. Arm flexion and extension have differential effects on attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65, 5–17.
- Carpenter, P. A., Just, M. A. (1975). Sentence comprehension: a psycholinguistic processing model of verification. *Psychological review*, 82(1), 45.
- Carraro, L., Castelli, L., & Negri, P. (2016). The hand in motion of liberals and conservatives reveals the differential processing of positive and negative information. *Acta psychologica*, 168, 78–84.
- Caruana, F., Borghi, A. M. (2013). Embodied Cognition. A new psychology. *Giornale italiano di psicologia*, 40(1), 23-48.
- Casasanto, D. (2009). Embodiment of abstract concepts: good and bad in right-and left-handers. *Journal of Experimental Psychology: General*, 138(3), 351.
- Casasanto, D., Chrysikou, E. G. (2011). When left is “right” motor fluency shapes abstract concepts. *Psychological Science*, 22(4), 419-422.
- Casasanto, D., Henetz, T. (2012). Handedness shapes children’s abstract concepts. *Cognitive Science*, 36(2), 359–372.
- Casasanto, D., Jasmin, K. (2010). Good and bad in the hands of politicians: Spontaneous gestures during positive and negative speech. *PLoS ONE*, 5, e11805.
- Chartrand, T. L., Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71, 464–478.
- Chatterjee, A. (2010). Disembodying cognition. *Language and cognition*, 2(1), 79–116.
- Chasteen, A.L., Burdzy, D.C., & Pratt, J. (2010). Thinking of God moves attention. *Neuropsychologia*, 48, 627–630.
- Chen, S., Bargh, J. A. (1999). Consequences of automatic evaluation: Immediate behavior predispositions to approach or avoid the stimulus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25, 215–224.
- Chiel, H. J., Beer, R. D. (1997). The brain has a body: adaptive behavior emerges from interactions of nervous system, body and environment. *Trends in neurosciences*, 20(12), 553–557.
- Churchland, P. S., Ramachandran, V. S., & Sejnowski, T. J. (1994). A critique of pure vision. *Large-scale neuronal theories of the brain*, 23–60.
- Clark, H. H. (1996). *Using language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Clark, A. (1997). *Being there: Putting brain, body and world together again*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Clark, A. (1999). Where brain, body, and world collide. *Cognitive Systems Research*, 1(1), 5-17.
- Damasio, A. R. (1989). Time-locked multiregional retroactivation: A systems-level proposal for the neural substrates of recall and recognition. *Cognition*, 33, 25–62.

- Damasio, A. (1994). *Descartes' Error*. Adelphi, Milano.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*. London: Murray (Reprinted, Oxford: University Press, 1998).
- de la Vega, I., De Filippis, M., Lachmair, M., Dudschig, C., & Kaup, B. (2012). Emotional valence and physical space: limits of interaction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(2), 375.
- de la Vega, I., Dudschig, C., De Filippis, M., Lachmair, M., & Kaup, B. (2013). Keep your hands crossed: the valence-by-left/right interaction is related to hand, not side, in an incongruent hand-response key assignment. *Acta Psychologica (Amst.)* 142, 273–277.
- Dennett, D. C. (1995). Darwin's dangerous idea. *The Sciences*, 35(3), 34–40.
- Dijkstra, K., Post, L. (2015). Mechanisms of embodiment. *Frontiers in psychology*, 6, 1525.
- Dijkstra, T., Van Heuven, W. J. (2002). The architecture of the bilingual word recognition system: From identification to decision. *Bilingualism: Language and cognition*, 5(3), 175–197.
- Dijksterhuis, A., Bargh, J. A. (2001). The perception-behavior expressway: Automatic effects of social perception on social behavior. *Advances in Experimental Social Psychology*, 33, 1–40.
- Dominey, P. F., Prescott, T., Bohg, J., Engel, A. K., Gallagher, S., Heed, T., ...Schwartz, A.(2015). Implications of action-oriented paradigm shifts in cognitive science. *Where's the action? The pragmatic turn in cognitive science*. Cambridge: MIT Press.
- Dudschig, C., de la Vega, I., De Filippis, M., & Kaup, B. (2014). Language and vertical space: On the automaticity of language action interconnections. *Cortex*, 58, 151–160.
- Dudschig, C., de la Vega, I., & Kaup, B. (2015). What's up? Emotion-specific activation of vertical space during language processing. *Acta psychologica*, 156, 143–155.
- Dudschig, C., Souman, J., Lachmair, M., Vega, I., & Kaup, B. (2013) Reading “Sun” and Looking Up: The Influence of Language on Saccadic Eye Movements in the Vertical Dimension. *PLoS ONE*, 8(2): e56872.
- Ekman, P. (1979). About brows: Emotional and conversational signals. *Human ethology*, 169–202.
- Estes, Z., Verges, M., & Barsalou, L.W. (2008). Head up, foot down: Object words orient attention to the object's typical location. *Psychological Science*, 19, 93–97.
- Fischer, M. H., Zwaan, R. A. (2008). Embodied language: A review of the role of the motor system in language comprehension. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(6), 825–850.
- Fischler, I., Bloom, P. A., Childers, D. G., Roucos, S. E., & Perry Jr, N. W. (1983). Brain potentials related to stages of sentence verification. *Psychophysiology*, 20(4), 400–409.
- Fodor, J. A. (1975). *The language of thought* (Vol. 5). Harvard University Press.

- Förster, J. (2004). How body feedback influences consumers' evaluation of products. *Journal of Consumer Psychology*, 14(4), 416–426.
- Förster, J., Strack, F. (1996). Influence of overt head movements on memory for valenced words: a case of conceptual-motor compatibility. *Journal of personality and social psychology*, 71(3), 421.
- Förster, J., Strack, F. (1997). Motor actions in retrieval of valenced information: A motor congruence effect. *Perceptual and motor skills*, 85(3_suppl), 1419–1427.
- Förster, J., Strack, F. (1998). Motor actions in retrieval of valenced information: II. Boundary conditions for motor congruence effects. *Perceptual and Motor Skills*, 86(3_suppl), 1423–1426.
- Gallese, V. (2001). The “shared manifold” hypothesis: From mirror neurons to empathy. *Journal of Consciousness Studies*, 8, 33–50.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(2), 593–609.
- Gallese, V., Goldman, A.I. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 493–501.
- Gallese, V., Lakoff, G. (2005). The brain’s concepts: The role of the sensory-motor system in reason and language. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 455–479.
- Gallese, V., Sinigaglia, C. (2011). What is so special about embodied simulation?. *Trends in cognitive sciences*, 15(11), 512–519.
- Gibbs Jr, R. W. (2005). *Embodiment and cognitive science*. Cambridge University Press.
- Gibbs Jr, R. W. (2006). Metaphor interpretation as embodied simulation. *Mind & Language*, 21(3), 434–458.
- Gibson, J. J. (1976). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. (1979). *The theory of affordances The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Glenberg, A. M. (1997). What memory is for. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 1–55.
- Glenberg, A. M. (2015). Few believe the world is flat: How embodiment is changing the scientific understanding of cognition. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 69(2), 165.
- Glenberg, A. M., Gallese, V. (2012). Action-based language: A theory of language acquisition, comprehension, and production. *cortex*, 48(7), 905-922.
- Glenberg, A. M., Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 558–565.
- Glenberg, A. M., Kaschak, M. P. (2003). The body’s contribution to language. *Psychology of Learning and Motivation*, 43, 93–126.

- Glenberg, A. M., Robertson, D. A. (1999). Indexical understanding of instructions. *Discourse processes*, 28(1), 1–26.
- Glenberg, A. M., Sato, M., Cattaneo, L., Riggio, L., Palumbo, D., & Buccino, G. (2008). Processing abstract language modulates motor system activity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(6), 905–919.
- Glenberg, A. M., Witt, J. K., & Metcalfe, J. (2013). From the revolution to embodiment: 25 years of cognitive psychology. *Perspectives on Psychological Science*, 8(5), 573–585.
- Gobo, G. (2000). Le risposte e il loro contesto. *Processi cognitivi e comunicativi nelle interviste standardizzate* (Vol. 8). FrancoAngeli.
- Goldin-Meadow, S. (2003). Beyond words: the importance of gesture to researchers and learners. *Child Development*, 71 (1), 231–239.
- Goldman, A. I. (1993). Ethics and cognitive science. *Ethics*, 103, 337–360.
- Goldstone, R. L., Barsalou, L. W. (1998). Reuniting perception and conception. *Cognition*, 65(2), 231–262.
- Goodale, M. A., Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in neurosciences*, 15(1), 20–25.
- Greeno, J. G., Moore, J. L. (1993). Situativity and symbols: Response to Vera and Simon. *Cognitive science*, 17(1), 49-59.
- Grosjean, F. (2001). The bilingual's language modes. *One mind, two languages: Bilingual language processing*, 122.
- Grosjean, F. (2008). *Studying bilinguals*. Oxford University Press.
- Guan, C. Q., Meng, W., Yao, R., & Glenberg, A. M. (2013). The motor system contributes to comprehension of abstract language. *PloS one*, 8(9), e75183.
- Guidetti, M. (2005). Yes or no? How young French children combine gestures and speech to agree and refuse. *Journal of Child Language*, 32(04), 911–924.
- Hald, L., Hocking, I., Vernon, D., Marshall, J. A., & Garnham, A. (2013). Exploring modality switching effects in negated sentences: further evidence for grounded representations. *Frontiers in psychology*, 4, 93.
- Hall, J. A., Coats, E. J., & LeBeau, L. S. (2005). Nonverbal behavior and the vertical dimension of social relations: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 131(6), 898.
- Havas, D. A., Glenberg, A. M., Gutowski, K. A., Lucarelli, M. J., & Davidson, R. J. (2010). Cosmetic use of botulinum toxin-A affects processing of emotional language. *Psychological Science*, 21(7), 895–900.
- Horstmann, G., Ansorge, U. (2011). Compatibility between tones, head movements, and facial expressions. *Emotion*, 11(4), 975.
- Hostetter, A. B., Alibali, M. W. (2008). Visible embodiment: gestures as simulated action. *Psychonomic Bulletin. & Review*. 15, 495–514.

- Hostetter, A. B., Alibali, M. W. (2010). Language, gesture, action! A test of the Gesture as Simulated Action framework. *Journal of Memory and Language*, 63(2), 245–257.
- Hurtienne, J., Stöbel, C., Sturm, C., Maus, A., Rötting, M., Langdon, P., & Clarkson, J. (2010). Physical gestures for abstract concepts: Inclusive design with primary metaphors. *Interacting with Computers*, 22(6), 475–484.
- Jakobson, R. (1972). Motor signs for ‘yes’ and ‘no’. *Language in Society*, 1(01), 91–96.
- James, W. (1890). The perception of reality. *Principles of psychology*, 2, 283–324.
- Jolliffe, D., Farrington, D. P. (2006). Examining the relationship between low empathy and bullying. *Aggressive Behavior: Official Journal of the International Society for Research on Aggression*, 32(6), 540–550.
- Kaschak, M. P., Jones, J. L., Carranza, J. (2014), & Melissa R. Fox. *The Routledge Handbook of Embodied Cognition*, 118.
- Kaschak, M. P., Madden, C. J., Therriault, D. J., Yaxley, R. H., Aveyard, M., Blanchard, A. A., & Zwaan, R. A. (2005). Perception of motion affects language processing. *Cognition*, 94(3), B79–B89.
- Kelly, S. D., Barr, D. J., Church, R. B., & Lynch, K. (1999). Offering a hand to pragmatic understanding: The role of speech and gesture in comprehension and memory. *Journal of Memory and Language*, 40, 577–592.
- Kendon, A. (2003). Some uses of the head shake. *Gesture* 2, 147–182.
- Kirsh, D., Maglio, P. (1994). On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive science*, 18(4), 513–549.
- Kita, S. (2009). Cross-cultural variation of speech-accompanying gesture: A review. *Language and Cognitive Processes*, 24, 145–167.
- Kita, S., Özyürek, A. (2003). What does cross-linguistic variation in semantic coordination of speech and gesture reveal?: Evidence for an interface representation of spatial thinking and speaking. *Journal of Memory and language*, 48(1), 16–32.
- Körner, A., Topolinski, S., & Strack, F. (2015). Routes to embodiment. *Frontiers in psychology*, 6, 940.
- Krauss, R. M. (1998). Why do we gesture when we speak? *Current Directions in Psychological Science*, 7, 54–60.
- Krauss, R. M., Chen, Y., & Chawla, P. (1996). *Nonverbal behavior and nonverbal communication: What do conversational hand gestures tell us?* In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 28, 389-450). San Diego: Academic Press.
- Krauss, R. M., Chen, Y., & Gottfexnum, R. F. (2000). 13 Lexical gestures and lexical access: a process model. *Language and gesture*, 2, 261.
- Lakoff, G., Johnson, M. (1980). The metaphorical structure of the human conceptual system. *Cognitive science*, 4(2), 195-208.

- Lakoff, G., Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. New York, NY: Basic Books.
- Lugli L., Baroni G., Gianelli C., Borghi A. M., & Nicoletti R. (2012). Self, others, objects: How this triadic interaction modulates our behavior. *Memory & cognition* 40(8), 1373–1386.
- Maass, A., Russo, A. (2003). Directional bias in the mental representation of spatial events: Nature or culture?. *Psychological science*, 14(4), 296–301.
- Mahon, B. Z., Caramazza, A. (2005). The orchestration of the sensory-motor systems: clues from neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology*, 22, 480–494.
- Mahon, B. Z., Caramazza, A. (2008). A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of physiology-Paris*, 102(1), 59–70.
- Markman, A. B., Brendl, C. M. (2005). Constraining theories of embodied cognition. *Psychological Science*, 16(1), 6–10.
- Marradi, A., Gasperoni, G. (Eds.). (2002). *Costruire il dato, 3: le scale Likert* (Vol. 390). FrancoAngeli.
- Marraffa, M., Paternoster, A. (2012). *Persone, menti, cervelli. Storia, metodi e modelli delle scienze della mente*. Mondadori Università.
- McClave, E., Kim, H., Tamer, R., & Mileff, M. (2007). Head movements in the context of speech in Arabic, Bulgarian, Korean, and African-American Vernacular English. *Gesture*, 7(3), 343–390.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago press.
- McNeil, N. M., Alibali, M. W., & Evans, J. L. (2000). The role of gesture in children's comprehension of spoken language: Now they need it, now they don't. *Journal of Nonverbal Behavior*, 24(2), 131-150.
- Meier, B. P., Robinson, M. D. (2004). Why the sunny side is up associations between affect and vertical position. *Psychological science*, 15(4), 243-247.
- Meier, B. P., Hauser, D. J., Robinson, M. D., Friesen, C. K., & Schjeldahl, K. (2007). What's "up" with God? Vertical space as a representation of the divine. *Journal of personality and social psychology*, 93(5), 699.
- Meltzoff, A. N., Gopnik, A. (1993). *The role of imitation in understanding persons and developing theories of mind*. In S. BaronCohen & H. Tager-Flusberg (Eds.), *Understanding other minds: Perspectives from autism* (pp. 335–366). Oxford: Oxford University Press.
- Meteyard, L., Bahrami, B., & Vigliocco, G. (2007). Motion detection and motion verbs: Language affects low-level visual perception. *Psychological Science*, 18(11), 1007–1013.
- Meteyard, L., Cuadrado, S. R., Bahrami, B., & Vigliocco, G. (2012). Coming of age: A review of embodiment and the neuroscience of semantics. *Cortex*, 48(7), 788–804.

- Moors, A., De Houwer, J. (2006). Automaticity: a theoretical and conceptual analysis. *Psychological bulletin*, 132(2), 297.
- Moretti S., Greco A. (2018) Truth is in the head. A nod and shake compatibility effect. *Acta Psychologica*, 185C, 203-218.
- Morris, D. (1979). *Gestures, their origins and distribution*. Stein & Day Pub.
- Neumann, R., Strack, F. (2000). Approach and avoidance: The influence of proprioceptive and exteroceptive cues on encoding of affective information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(1), 39–48.
- Neumann, R., Förster, J., & Strack, F. (2003). Motor compatibility: The bidirectional link between behavior and evaluation. *The psychology of evaluation: Affective processes in cognition and emotion*, 371–391.
- Newell, A., Simon, H. A. (1976). Computer science as empirical inquiry: Symbols and search. *Communications of the ACM*, 19, 113–126.
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *Science*, 316, 1002–1005.
- Niedenthal, P. M., Barsalou, L. W., Winkielman, P., Krauth-Gruber, S., & Ric, F. (2005). Embodiment in attitudes, social perception, and emotion. *Personality and social psychology review*, 9(3), 184–211.
- O'Regan, J. K. (1992). Solving the "real" mysteries of visual perception: the world as an outside memory. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 46(3), 461.
- Osugi, T., Kawahara, J. I. (2018). Effects of Head Nodding and Shaking Motions on Perceptions of Likeability and Approachability. *Perception*, 47(1), 16–29.
- Paternoster, A. (2010). Le teorie simulative della comprensione e l'idea di cognizione incarnata. *Sistemi intelligenti*, 22(1), 131-161.
- Pecher, D., Van Dantzig, S., Boot, I., Zanolie, K., & Huber, D. E. (2010). Congruency between word position and meaning is caused by task-induced spatial attention. *Frontiers in psychology*, 1, 30.
- Pecher, D., Winkielman, P. (2013). Grounded cognition and social interaction. *Encyclopedia of philosophy and the social sciences*, 396–397.
- Pfeifer, R., Scheier, C. (1999). *Understanding intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Phaf, R. H., Mohr, S. E., Rotteveel, M., & Wicherts, J. M. (2014). Approach, avoidance, and affect: a meta-analysis of approach-avoidance tendencies in manual reaction time tasks. *Frontiers in psychology*, 5.
- Piaget, J. (1953). *The origin of intelligence in the child*. Routledge and Kegan Paul.
- Poggi, I., D'Errico, F., & Vincze, L. (2010). Types of nods. The polysemy of asocial signal. In: *Proceedings of the Seventh International Conference on Language Resources and Evaluation*.

- Pouw, W. T. J. L., De Nooijer, J. A., Van Gog, T., Zwaan, R. A., & Paas, F. (2014). Toward a more embedded/extended perspective on the cognitive functions of gestures. *Frontiers in Psychology*, 5:359.
- Proctor, R. W., Cho, Y. S. (2006). Polarity correspondence: a general principle for performance of speeded binary classification tasks. *Psychological bulletin*, 132(3), 416.
- Pylyshyn, Z. W. (1984). *Computation and cognition* (p. 41). Cambridge, MA: MIT press.
- Reimann, M., Feye, W., Malter, A. J., Ackerman, J. M., Castano, R., Garg, N., & Nenkov, G. Y. (2012). Embodiment in judgment and choice. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 5(2), 104.
- Richardson, D. C., Spivey, M. J., Barsalou, L. W., & McRae, K. (2003). Spatial representations activated during real-time comprehension of verbs. *Cognitive science*, 27(5), 767–780.
- Riskind, J. H. (1984). They stoop to conquer: Guiding and self-regulatory functions of physical posture after success and failure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47, 479–493.
- Rizzolatti, G., Camarda, R., Fogassi, L., Gentilucci, M., Luppino, G., & Matelli, M. (1988). Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey. *Experimental brain research*, 71(3), 491-507.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L. (1998). Grasping objects and grasping action meanings: the dual role of monkey rostroventral premotor cortex (area F5). *Sensory guidance of movement*, 218, 81–103.
- Rizzolatti, G., Sinigaglia, C. (2006). *So quel che fai: il cervello che agisce e i neuroni specchio*. R. Cortina ed..
- Rowlands, M. (2010). *The new science of the mind: From extended mind to embodied phenomenology*. Mit Press.
- Saraiva, A. C., Schüür, F., & Bestmann, S. (2013). Emotional valence and contextual affordances flexibly shape approach-avoidance movements. *Frontiers in Psychology*. 4:933.
- Sakreida, K., Scorolli, C., Menz, M. M., Heim, S., Borghi, A. M., & Binkofski, F. (2013). Are abstract action words embodied? An fMRI investigation at the interface between language and motor cognition. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 125.
- Scheier, C., Pfeifer, R. (1999). *The embodied cognitive science approach*. In ch. In: Tschacher W, Dauwalde J.P. (eds) *Dynamics, Synergetics, Autonomous Agents, Studies of Nonlinear Phenomena and Life Science*, vol.8, World Scientific, Singapore, 159–179.
- Shalev, I. (2015). The architecture of embodied cue integration: insight from the “motivation as cognition” perspective. *Frontiers in psychology*, 6.
- Solarz, A.K. (1960). Latency of instrumental responses as a function of compatibility with the meaning of eliciting verbal signs. *Journal of Experimental Psychology*, 59, 239–245.
- Šetić, M., Domijan, D. (2007). The influence of vertical spatial orientation on property verification. *Language and Cognitive Processes*, 22(2), 297-312.

- Shtyrov, Y., Butorina, A., Nikolaeva, A., & Stroganova, T. (2014). Automatic ultrarapid activation and inhibition of cortical motor systems in spoken word comprehension. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(18), E1918-E1923.
- Siahaan, P. (2011). Head and eye in German and Indonesian figurative uses. *Embodiment via body parts: Studies from various languages and cultures*, *31*, 36.
- Steels, L., Brooks, R. (1995). *The "artificial life" route to "artificial intelligence": Building situated embodied agents*. Mahwah, NJ: Erlbaum
- Stein, L. (1994). Imagination and situated cognition. *Journal of Experimental Theoretical Artificial Intelligence*, *6*, 393–407.
- Strack, F., Martin, L. L., & Stepper, S. (1988). Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: A nonobtrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*, 768–777.
- Strack, F., Deutsch, R. (2004). Reflection and impulse as determinants of conscious and unconscious motivation. *Social motivation: Conscious and unconscious processes*, 91–112.
- Thelen, E., Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of perception and action*. MIT press.
- Tom, G., Pettersen, P., Lau, T., Burton, T., & Cook, J. (1991). The role of overt head movement in the formation of affect. *Basic and Applied Social Psychology*, *12*(3), 281–289.
- Tomasino, B., Rumiati, R. I. (2013). At the mercy of strategies: the role of motor representations in language understanding. *Frontiers in Psychology*, *4*.
- Treisman, A., Vieira, A., & Hayes, A. (1992). Automaticity and preattentive processing. *The American journal of psychology*, 341–362.
- Van Gelder, T., Port, R. F. (1995). It's about time: An overview of the dynamical approach to cognition. *Mind as motion: Explorations in the dynamics of cognition*, *1*, 43.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1997). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Xie, J., Huang, Y., Wang, R., & Liu, W. (2015). Affective valence facilitates spatial detection on vertical axis: shorter time strengthens effect. *Frontiers in psychology*, *6*.
- Wagner, P., Malisz, Z., & Kopp, S. (2014). Gesture and speech in interaction: An overview. *Speech Communication*, *57*, 209–232.
- Wason, P. C. (1980). The verification task and beyond. In D.R. Olson (Ed.), *The social foundations of language and thought*. New York: Norton.
- Wells, G. L., Petty, R. E. (1980). The effects of overt head movements on persuasion: Compatibility and incompatibility of responses. *Basic and Applied Social Psychology*, *1*(3), 219–230.

- Wentura, D., Rothermund, K., & Bak, P. (2000). Automatic vigilance: the attention-grabbing power of approach-and avoidance-related social information. *Journal of personality and social psychology*, 78(6), 1024.
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. Oxford university press.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 625–636.
- Zwaan R. A. (2004). *The immersed experiencer: toward an embodied theory of language comprehension*. In B. H. Ross, Ed. *The Psychology of Language and Motivation*, 44. New York, NY: Academic Press.
- Zwaan, R. A. (2014). Embodiment and language comprehension: reframing the discussion. *Trends in cognitive sciences*, 18(5), 229–234.
- Zwaan, R.A., Yaxley, R.H. (2003). Spatial iconicity affects semantic relatedness judgements. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 954–958.
- Zwaan, R. A., Madden, C. J. (2005). Embodied sentence comprehension. *Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thinking*, 224–245.
- Zwaan, R. A., Madden, C. J., Yaxley, R. H., & Aveyard, M. E. (2004). Moving words: Dynamic representations in language comprehension. *Cognitive Science*, 28(4), 611–619.
- Zwaan, R. A., Taylor, L. J. (2006). Seeing, acting, understanding: motor resonance in language comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(1), 1.

SITOGRAFIA

1. www.crea-si.com
2. www.r-project.org/
3. www.cran.r-project.org/package=lmerTest
4. www.cran.r-project.org/package=sjstats
5. www.developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect

APPENDICE

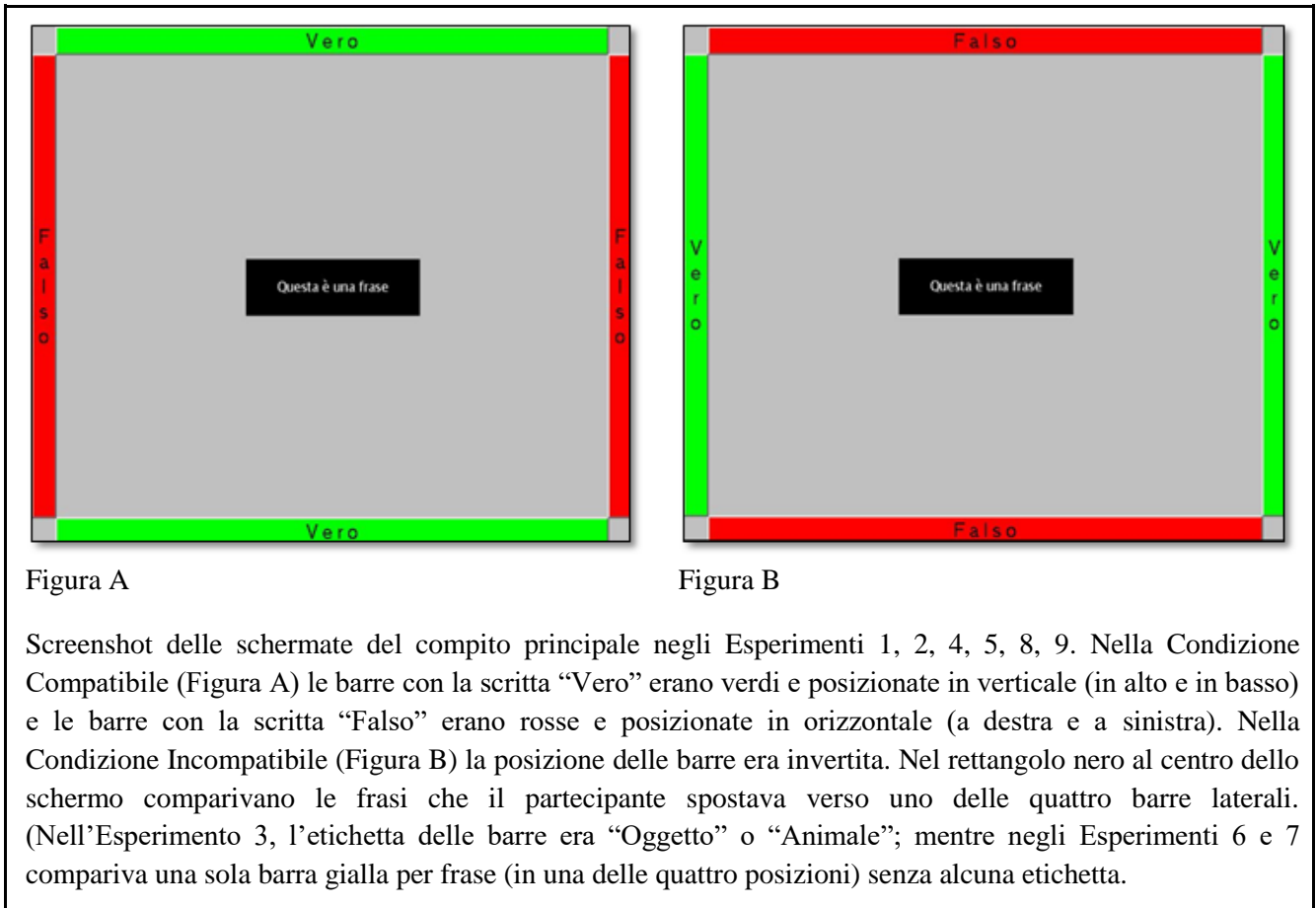


Tavola 1

Esperimento 1

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Gruppo | Blocco 1 | Blocco 2 |
|--------|----------|----------|
| A | 1478 | 1466 |
| B | 1545 | 1450 |

| Condizione | M |
|---------------|------|
| Compatibile | 1464 |
| Incompatibile | 1504 |

| Valore di Verità | M |
|------------------|------|
| Falso | 1553 |
| Vero | 1417 |

| Valore di verità | Direzione | | | |
|------------------|-----------|----------|--------|------|
| | Giù | Sinistra | Destra | Su |
| Falso | 1637 | 1573 | 1569 | 1602 |
| Vero | 1451 | 1460 | 1478 | 1395 |

(a) Primo modello:

```
Formula: LRT ~ block * group + block + truth + gramm + (1 | subj) + (1 | sent)
```

```
Data: data
```

```
REML criterion at convergence: -554.4
```

```
Scaled residuals:
```

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-7.0332 -0.6381 -0.0734  0.5681  4.8372
```

```
Random effects:
```

```
Groups   Name             Variance Std.Dev.
sent     (Intercept)  0.005059 0.07113
subj     (Intercept)  0.021885 0.14794
Residual                   0.050731 0.22524
Number of obs: 8237, groups: sent, 120; subj, 96
```

```
Fixed effects:
```

```
              Estimate Std. Error      df t value Pr(>|t|)
(Intercept)  7.269e+00  1.681e-02  1.310e+02  432.536 < 2e-16 ***
block1       4.208e-02  1.391e-02  1.160e+02   3.025  0.00306 **
group1      -1.098e-02  3.061e-02  9.400e+01  -0.359  0.72060
truth1       9.594e-02  1.391e-02  1.160e+02   6.897  2.97e-10 ***
gramm1       1.651e-02  1.476e-02  1.160e+02   1.119  0.26557
block1:group1 -6.258e-02  9.969e-03  8.032e+03  -6.278  3.62e-10 ***
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Correlation of Fixed Effects:
```

```
              (Intr) block1 group1 truth1 gramm1
block1       0.000
group1      -0.001 -0.001
truth1       0.001  0.000  0.000
gramm1       0.146 -0.001  0.001  0.001
block1:grpl -0.003 -0.009  0.000  0.007  0.001
```

Dati Anova del primo modello:

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite approximation for degrees of freedom

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) | |
|-------------|---------|---------|-------|--------|---------|-----------|-----|
| block | 0.46420 | 0.46420 | 1 | 115.9 | 9.150 | 0.003064 | ** |
| group | 0.00653 | 0.00653 | 1 | 93.9 | 0.129 | 0.720603 | |
| truth | 2.41339 | 2.41339 | 1 | 115.9 | 47.572 | 2.975e-10 | *** |
| gramm | 0.06349 | 0.06349 | 1 | 115.9 | 1.252 | 0.265574 | |
| block:group | 1.99923 | 1.99923 | 1 | 8031.8 | 39.409 | 3.616e-10 | *** |

(b) Secondo modello:

Formula: LRT ~ comp * group + truth + gramm + (1 + comp | subj) + (1 + comp | sent)

Data: data

REML criterion at convergence: -819.2

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -7.4685 | -0.6322 | -0.0836 | 0.5663 | 4.7906 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. | Corr |
|----------|-------------|-----------|----------|-------|
| sent | (Intercept) | 0.0060776 | 0.07796 | |
| | compI | 0.0001999 | 0.01414 | -0.87 |
| subj | (Intercept) | 0.0247000 | 0.15716 | |
| | compI | 0.0109198 | 0.10450 | -0.34 |
| Residual | | 0.0480526 | 0.21921 | |

Number of obs: 8237, groups: sent, 120; subj, 96

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) | |
|--------------|----------|------------|-----------|---------|----------|-----|
| (Intercept) | 7.25475 | 0.01804 | 130.60000 | 402.099 | < 2e-16 | *** |
| compI | 0.02905 | 0.01180 | 92.12000 | 2.463 | 0.0157 | * |
| group1 | 0.03185 | 0.03576 | 126.69000 | 0.891 | 0.3748 | |
| truth1 | 0.08676 | 0.01373 | 115.20000 | 6.321 | 5.09e-09 | *** |
| gramm1 | 0.01383 | 0.01456 | 115.17000 | 0.950 | 0.3441 | |
| compI:group1 | -0.08602 | 0.03520 | 177.66000 | -2.444 | 0.0155 | * |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | compI | group1 | truth1 | gramm1 | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| compI | | -0.364 | | | | | | | | |
| group1 | | | -0.001 | 0.002 | | | | | | |
| truth1 | | | | 0.001 | -0.002 | 0.000 | | | | |
| gramm1 | | | | | 0.135 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | | |
| compI:group1 | | | | | | 0.001 | -0.003 | -0.517 | 0.000 | 0.001 |

Dati Anova del secondo modello:

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite approximation for degrees of freedom

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) | |
|------------|---------|---------|-------|---------|---------|-----------|-----|
| comp | 0.29141 | 0.29141 | 1 | 92.118 | 6.064 | 0.01565 | * |
| group | 0.00639 | 0.00639 | 1 | 94.150 | 0.133 | 0.71619 | |
| truth | 1.91985 | 1.91985 | 1 | 115.200 | 39.953 | 5.089e-09 | *** |
| gramm | 0.04337 | 0.04337 | 1 | 115.166 | 0.903 | 0.34407 | |
| comp:group | 0.28693 | 0.28693 | 1 | 177.659 | 5.971 | 0.01552 | * |

(c) Terzo modello:

Formula: LRT ~ comp * group * truth + gramm + (1 + comp | subj) + (1 + comp | sent)
Data: data

REML criterion at convergence: -811.5

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -7.5134 | -0.6356 | -0.0873 | 0.5645 | 4.8295 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. | Corr |
|----------|-------------|----------|----------|-------|
| sent | (Intercept) | 0.006021 | 0.07760 | |
| | compI | 0.000119 | 0.01091 | -1.00 |
| subj | (Intercept) | 0.024696 | 0.15715 | |
| | compI | 0.010983 | 0.10480 | -0.34 |
| Residual | | 0.048013 | 0.21912 | |

Number of obs: 8237, groups: sent, 120; subj, 96

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) | |
|---------------------|------------|------------|-----------|---------|----------|-----|
| (Intercept) | 7.255e+00 | 1.803e-02 | 1.305e+02 | 402.388 | < 2e-16 | *** |
| compI | 2.886e-02 | 1.180e-02 | 9.340e+01 | 2.446 | 0.01630 | * |
| group1 | 3.165e-02 | 3.573e-02 | 1.266e+02 | 0.886 | 0.37742 | |
| truth1 | 1.118e-01 | 1.572e-02 | 1.162e+02 | 7.114 | 9.93e-11 | *** |
| gramm1 | 1.367e-02 | 1.464e-02 | 1.147e+02 | 0.934 | 0.35228 | |
| compI:group1 | -8.576e-02 | 3.531e-02 | 1.776e+02 | -2.429 | 0.01614 | * |
| compI:truth1 | -3.230e-02 | 9.923e-03 | 1.125e+03 | -3.255 | 0.00117 | ** |
| group1:truth1 | -1.119e-03 | 3.143e-02 | 1.162e+02 | -0.036 | 0.97166 | |
| compI:group1:truth1 | -9.476e-03 | 5.616e-02 | 1.149e+02 | -0.169 | 0.86630 | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | compI | group1 | truth1 | gramm1 | compI:gr1 | compI:tr1 | gr1:tr1 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|---------|
| compI | -0.361 | | | | | | | |
| group1 | -0.001 | 0.002 | | | | | | |
| truth1 | 0.003 | -0.004 | -0.001 | | | | | |
| gramm1 | 0.135 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | |
| compI:group1 | 0.001 | -0.003 | -0.517 | 0.001 | 0.001 | | | |
| compI:tr1 | -0.004 | 0.006 | 0.001 | -0.478 | 0.006 | -0.002 | | |
| group1:tr1 | -0.001 | 0.001 | 0.003 | -0.005 | 0.000 | -0.003 | 0.007 | |
| compI:gr1:tr1 | 0.000 | -0.001 | -0.002 | 0.003 | 0.001 | 0.001 | -0.009 | -0.951 |

Dati Anova del terzo modello:

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite approximation for degrees of freedom

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) | |
|------------------|---------|---------|-------|---------|---------|-----------|-----|
| comp | 0.28733 | 0.28733 | 1 | 93.38 | 5.984 | 0.016305 | * |
| group | 0.00647 | 0.00647 | 1 | 94.06 | 0.135 | 0.714283 | |
| truth | 2.22905 | 2.22905 | 1 | 114.90 | 46.426 | 4.627e-10 | *** |
| gramm | 0.04188 | 0.04188 | 1 | 114.73 | 0.872 | 0.352285 | |
| comp:group | 0.28327 | 0.28327 | 1 | 177.57 | 5.900 | 0.016139 | * |
| comp:truth | 0.50875 | 0.50875 | 1 | 1124.88 | 10.596 | 0.001167 | ** |
| group:truth | 0.01673 | 0.01673 | 1 | 1125.15 | 0.348 | 0.555132 | |
| comp:group:truth | 0.00137 | 0.00137 | 1 | 114.91 | 0.028 | 0.866298 | |

(d) Quarto modello:

Formula: LRT ~ comp * group + truth + gramm + (1 + comp + truth + comp:truth |
subj) + (1 + comp | sent)
Data: data

REML criterion at convergence: -893

Scaled residuals:

Min 1Q Median 3Q Max
-7.3811 -0.6289 -0.0943 0.5606 4.9940

Random effects:

Groups Name Variance Std.Dev. Corr
sent (Intercept) 0.0060216 0.07760
compI 0.0001322 0.01150 -1.00
subj (Intercept) 0.0245851 0.15680
compI 0.0108604 0.10421 -0.33
truth1 0.0032690 0.05718 -0.54 0.52
compI:truth1 0.0119344 0.10924 0.39 -0.43 -0.80
Residual 0.0469981 0.21679

Number of obs: 8237, groups: sent, 120; subj, 96

Fixed effects:

Estimate Std. Error df t value Pr(>|t|)
(Intercept) 7.26474 0.01739 133.62000 417.816 < 2e-16 ***
compI 0.02220 0.01123 93.31000 1.977 0.0510 .
group1 0.03007 0.03504 130.61000 0.858 0.3923
truth1 0.09264 0.01441 128.64000 6.430 2.28e-09 ***
gramm1 0.01344 0.01454 115.65000 0.925 0.3571
compI:group1 -0.08588 0.03493 176.93000 -2.459 0.0149 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr) compI group1 truth1 gramm1
compI -0.305
group1 -0.002 0.002
truth1 -0.043 0.016 -0.001
gramm1 0.139 0.001 0.000 0.002
compI:group1 0.002 -0.004 -0.506 0.000 0.001

Dati Anova del quarto modello:

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite
approximation for degrees of freedom

Sum Sq Mean Sq NumDF DenDF F.value Pr(>F)
comp 0.18374 0.18374 1 93.313 3.910 0.05096 .
group 0.00852 0.00852 1 95.511 0.181 0.67127
truth 1.94312 1.94312 1 128.644 41.345 2.284e-09 ***
gramm 0.04017 0.04017 1 115.648 0.855 0.35714
comp:group 0.28416 0.28416 1 176.932 6.046 0.01490 *

Dimensione dell'effetto:

| | term | df | sumsq | meansq | statistic | etasq | partial.etasq | omegasq | cohens.f | power |
|---|---------------------|-------|-------|--------|-----------|-------|---------------|---------|----------|-------|
| | <chr> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> |
| 1 | Compatibility | 1 | 0.39 | 0.39 | 7.22 | 0.14 | 0.46 | -0.02 | 0.93 | 0.10 |
| 2 | truth | 1 | 2.01 | 2.01 | 37.11 | 0.70 | 0.82 | 0.47 | 2.11 | 0.23 |
| 3 | Compatibility:truth | 1 | 0.45 | 0.45 | 8.31 | NA | NA | NA | NA | NA |

Tavola 2

Esperimento 2

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Gruppo | Blocco 1 | Blocco 2 |
|--------|----------|----------|
| C | 1411 | 1374 |
| D | 1414 | 1362 |

| Valore di Verità | M |
|------------------|------|
| Falso | 1439 |
| Vero | 1342 |

(a) Primo modello:

```
Formula: LRT ~ block * group + block + truth + gramm + (1 | subj) + (1 | sent)
Data: data
```

REML criterion at convergence: 2258.4

Scaled residuals:

```
      Min      1Q  Median      3Q      Max
-5.6712 -0.6814 -0.1048  0.5950  3.8429
```

Random effects:

```
Groups   Name             Variance Std.Dev.
subj     (Intercept)  0.0335113 0.18306
sent     (Intercept)  0.0003439 0.01854
Residual                    0.0763142 0.27625
```

Number of obs: 7230, groups: subj, 75; sent, 52

Fixed effects:

```
              Estimate Std. Error      df t value Pr(>|t|)
(Intercept)  7.195e+00  2.158e-02  7.500e+01 333.426 < 2e-16 ***
block1       3.454e-02  6.502e-03  7.103e+03  5.312 1.12e-07 ***
group1       1.350e-02  4.279e-02  7.200e+01  0.316 0.75324
truth1       7.281e-02  6.510e-03  7.127e+03 11.183 < 2e-16 ***
gramm1       2.176e-02  6.912e-03  7.139e+03  3.148 0.00165 **
block1:group1 -1.256e-02  1.300e-02  7.103e+03 -0.966 0.33405
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

```
              (Intr) block1 group1 truth1 gramm1
block1       0.000
group1      -0.012  0.001
truth1       0.001 -0.010  0.001
gramm1       0.054 -0.008  0.001  0.002
block1:grp1  0.001  0.002  0.001  0.014  0.001
```


Dati Anova del primo modello:

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite approximation for degrees of freedom

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) | |
|-------------|--------|---------|-------|--------|---------|-----------|-----|
| block | 2.1534 | 2.1534 | 1 | 7103.2 | 28.218 | 1.117e-07 | *** |
| group | 0.0076 | 0.0076 | 1 | 72.3 | 0.100 | 0.753245 | |
| truth | 9.5438 | 9.5438 | 1 | 7126.7 | 125.059 | < 2.2e-16 | *** |
| gramm | 0.7562 | 0.7562 | 1 | 7138.6 | 9.909 | 0.001652 | ** |
| block:group | 0.0712 | 0.0712 | 1 | 7103.2 | 0.933 | 0.334052 | |

Tavola 3
Esperimento 3

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Gruppo | Blocco 1 | Blocco 2 |
|--------|----------|----------|
| E | 1267 | 1190 |
| F | 1190 | 1126 |

| Categoria | M |
|-----------|------|
| Animale | 1162 |
| Oggetto | 1226 |

(a) Primo modello:

Formula: LRT ~ block * group + block + type + gramm + (1 | subj) + (1 | sent)

Data: data

REML criterion at convergence: 896.9

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -5.4204 | -0.6391 | -0.1022 | 0.5483 | 4.5580 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. |
|----------|-------------|----------|----------|
| sent | (Intercept) | 0.003056 | 0.05528 |
| subj | (Intercept) | 0.032603 | 0.18056 |
| Residual | | 0.060929 | 0.24684 |

Number of obs: 8847, groups: sent, 120; subj, 80

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|---------------|------------|------------|-----------|---------|--------------|
| (Intercept) | 7.042e+00 | 2.107e-02 | 8.900e+01 | 334.206 | < 2e-16 *** |
| block1 | 6.037e-02 | 1.138e-02 | 1.150e+02 | 5.305 | 5.52e-07 *** |
| group1 | 4.942e-02 | 4.072e-02 | 7.800e+01 | 1.214 | 0.229 |
| type1 | -5.647e-02 | 1.138e-02 | 1.150e+02 | -4.962 | 2.43e-06 *** |
| gramm1 | 1.754e-02 | 1.208e-02 | 1.150e+02 | 1.453 | 0.149 |
| block1:group1 | 9.153e-03 | 1.051e-02 | 8.650e+03 | 0.871 | 0.384 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | block1 | group1 | type1 | gramm1 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| block1 | 0.000 | | | | |
| group1 | 0.000 | 0.000 | | | |
| type1 | -0.001 | -0.001 | 0.000 | | |
| gramm1 | 0.096 | 0.001 | 0.000 | -0.001 | |
| block1:grp1 | 0.000 | -0.011 | 0.000 | 0.000 | -0.003 |

Dati Anova del primo modello:

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite approximation for degrees of freedom

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) | |
|-------------|---------|---------|-------|--------|---------|-----------|-----|
| block | 1.71481 | 1.71481 | 1 | 115.1 | 28.1443 | 5.523e-07 | *** |
| group | 0.08974 | 0.08974 | 1 | 78.0 | 1.4729 | 0.2286 | |
| type | 1.50030 | 1.50030 | 1 | 115.1 | 24.6237 | 2.432e-06 | *** |
| gramm | 0.12856 | 0.12856 | 1 | 115.4 | 2.1101 | 0.1490 | |
| block:group | 0.04624 | 0.04624 | 1 | 8649.7 | 0.7589 | 0.3837 | |

Tavola 4

Esperimento 4

Analisi della compatibilità semantica

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Gruppo | Blocco 1 | Blocco 2 |
|--------|----------|----------|
| A | 1486 | 1512 |
| B | 1416 | 1319 |

| Condizione | M |
|---------------|------|
| Compatibile | 1403 |
| Incompatibile | 1464 |

| Valore di Verità | M |
|------------------|------|
| Falso | 1498 |
| Vero | 1369 |

| Valore di verità | Direzione | | | |
|------------------|-----------|----------|--------|------|
| | Giù | Sinistra | Destra | Su |
| Falso | 1564 | 1497 | 1474 | 1562 |
| Vero | 1321 | 1439 | 1442 | 1330 |

(a) Primo modello:

(LRT~block*group+block+truth+type+(1|subj)+(1|sent),data=data)

REML criterion at convergence: -80.7

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -6.3064 | -0.6202 | -0.0765 | 0.5603 | 4.4403 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. |
|----------|-------------|----------|----------|
| sent | (Intercept) | 0.003084 | 0.05553 |
| subj | (Intercept) | 0.019171 | 0.13846 |
| Residual | | 0.053289 | 0.23084 |

Number of obs: 5570, groups: sent, 120; subj, 79

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|---------------|------------|------------|-----------|---------|--------------|
| (Intercept) | 7.243e+00 | 1.671e-02 | 9.000e+01 | 433.384 | < 2e-16 *** |
| block1 | 9.254e-02 | 1.190e-02 | 1.150e+02 | 7.774 | 3.56e-12 *** |
| group1 | 2.042e-02 | 3.185e-02 | 7.500e+01 | 0.641 | 0.52342 |
| truth1 | 2.812e-02 | 8.576e-03 | 5.270e+03 | 3.279 | 0.00105 ** |
| type1 | 1.067e-01 | 1.307e-02 | 1.640e+02 | 8.169 | 7.86e-14 *** |
| block1:group1 | -9.448e-02 | 1.245e-02 | 5.394e+03 | -7.588 | 3.80e-14 *** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | block1 | group1 | truth1 | type1 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| block1 | -0.001 | | | | |
| group1 | -0.012 | -0.002 | | | |
| truth1 | -0.008 | -0.008 | 0.005 | | |
| type1 | 0.009 | 0.003 | -0.002 | -0.412 | |
| block1:grpl | -0.003 | 0.003 | -0.001 | 0.044 | -0.013 |

Dati Anova del primo modello:

```
> anova(mod)
Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite
approximation for degrees of freedom
      Sum Sq Mean Sq NumDF  DenDF F.value    Pr(>F)
block    3.2203  3.2203     1   114.9  60.432 3.559e-12 ***
group    0.0219  0.0219     1    75.3   0.411 0.523418
truth    0.5729  0.5729     1  5270.3  10.750 0.001049 **
type     3.5557  3.5557     1   164.4  66.724 7.860e-14 ***
block:group 3.0682  3.0682     1  5394.1  57.576 3.797e-14 ***
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(b) Secondo modello:

(LRT~condition*group+truth+type+(1+condition|subj)+(1+condition|sent),data=data)

REML criterion at convergence: -146.2

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -6.3688 | -0.6277 | -0.0637 | 0.5586 | 4.9262 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. | Corr |
|--------|---------------------|-----------|----------|-------|
| sent | (Intercept) | 0.0029424 | 0.05424 | |
| | conditionIncompatib | 0.0005828 | 0.02414 | 0.00 |
| subj | (Intercept) | 0.0224550 | 0.14985 | |
| | conditionIncompatib | 0.0060553 | 0.07782 | -0.40 |

Residual 0.0517046 0.22739
Number of obs: 5570, groups: sent, 120; subj, 79

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|----------------------------|------------|------------|-----------|---------|----------|
| (Intercept) | 7.219e+00 | 1.814e-02 | 8.700e+01 | 397.979 | < 2e-16 |
| conditionIncompatib | 5.024e-02 | 1.102e-02 | 7.000e+01 | 4.558 | 2.14e-05 |
| group1 | 1.136e-01 | 3.628e-02 | 8.700e+01 | 3.130 | 0.00238 |
| truth1 | 2.690e-02 | 8.572e-03 | 5.258e+03 | 3.138 | 0.00171 |
| type1 | 1.110e-01 | 1.302e-02 | 1.650e+02 | 8.528 | 9.10e-15 |
| conditionIncompatib:group1 | -1.842e-01 | 2.965e-02 | 1.300e+02 | -6.212 | 6.49e-09 |

(Intercept) ***
conditionIncompatib ***
group1 **
truth1 **
type1 ***
conditionIncompatib:group1 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | cnbtnI | group1 | truth1 | type1 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| cnbtnIncmpt | -0.394 | | | | |
| group1 | -0.013 | 0.005 | | | |
| truth1 | 0.000 | -0.026 | 0.002 | | |
| truth1 | 0.000 | -0.026 | 0.002 | | |
| type1 | 0.006 | 0.007 | -0.001 | -0.413 | |
| cnbtnIncm:1 | 0.004 | -0.007 | -0.476 | 0.006 | -0.003 |

Dati Anova del secondo modello:

```
> anova(mod0)
Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite
approximation for degrees of freedom
      Sum Sq Mean Sq NumDF  DenDF F.value    Pr(>F)
condition  1.0744  1.0744     1    69.6  20.779 2.144e-05 ***
group      0.0232  0.0232     1    75.9   0.449 0.50462
truth      0.5092  0.5092     1  5257.9   9.848 0.00171 **
type       3.7603  3.7603     1   165.2  72.726 9.104e-15 ***
condition:group 1.9954  1.9954     1   130.5  38.592 6.491e-09 ***
---
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(c) Terzo modello:

LRT-condition*group*type*truth+type+truth+(1+condition|subj)+(1+condition|sent),data=data)

REML criterion at convergence: -233.1

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -6.4757 | -0.6239 | -0.0646 | 0.5642 | 5.0250 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. | Corr |
|--------|---------------------|-----------|----------|-------|
| sent | (Intercept) | 2.240e-03 | 0.047324 | |
| | conditionIncompatib | 3.518e-06 | 0.001876 | 1.00 |
| subj | (Intercept) | 2.202e-02 | 0.148378 | |
| | conditionIncompatib | 5.590e-03 | 0.074768 | -0.46 |

Residual 5.088e-02 0.225561
Number of obs: 5570, groups: sent, 120; subj, 79

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value |
|---|----------|------------|------------|---------|
| (Intercept) | 7.24568 | 0.01817 | 92.00000 | 398.878 |
| conditionIncompatib | 0.05200 | 0.01174 | 108.00000 | 4.431 |
| group1 | 0.10664 | 0.03633 | 92.00000 | 2.935 |
| type1 | 0.13961 | 0.01418 | 216.00000 | 9.848 |
| truth1 | 0.02794 | 0.01154 | 4351.00000 | 2.421 |
| conditionIncompatib:group1 | -0.16684 | 0.02948 | 160.00000 | -5.660 |
| conditionIncompatib:type1 | -0.04931 | 0.01620 | 5216.00000 | -3.045 |
| group1:type1 | 0.01274 | 0.02836 | 216.00000 | 0.449 |
| conditionIncompatib:truth1 | -0.02172 | 0.01632 | 5371.00000 | -1.331 |
| group1:truth1 | 0.01140 | 0.02310 | 4344.00000 | 0.494 |
| type1:truth1 | -0.18026 | 0.02422 | 4264.00000 | -7.443 |
| conditionIncompatib:group1:type1 | -0.05758 | 0.04817 | 176.00000 | -1.195 |
| conditionIncompatib:group1:truth1 | 0.01514 | 0.03431 | 5073.00000 | 0.441 |
| conditionIncompatib:type1:truth1 | -0.01937 | 0.03343 | 4903.00000 | -0.580 |
| group1:type1:truth1 | 0.04829 | 0.04833 | 4251.00000 | 0.999 |
| conditionIncompatib:group1:type1:truth1 | -0.11995 | 0.07031 | 4569.00000 | -1.706 |
| (Intercept) | < 2e-16 | *** | | |
| conditionIncompatib | 2.26e-05 | *** | | |
| group1 | 0.00421 | ** | | |
| type1 | < 2e-16 | *** | | |
| truth1 | 0.01552 | * | | |
| conditionIncompatib:group1 | 6.84e-08 | *** | | |
| conditionIncompatib:type1 | 0.00234 | ** | | |
| group1:type1 | 0.65371 | | | |
| conditionIncompatib:truth1 | 0.18324 | | | |
| group1:truth1 | 0.62155 | | | |
| type1:truth1 | 1.18e-13 | *** | | |
| conditionIncompatib:group1:type1 | 0.23353 | | | |
| conditionIncompatib:group1:truth1 | 0.65894 | | | |
| conditionIncompatib:type1:truth1 | 0.56226 | | | |
| group1:type1:truth1 | 0.31771 | | | |
| conditionIncompatib:group1:type1:truth1 | 0.08810 | . | | |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation matrix not shown by default, as p = 16 > 12.

Use print(x, correlation=TRUE) or
vcov(x) if you need it

Dati Anova del terzo modello:

```
> anova(mod4)
Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite
approximation for degrees of freedom

              Sum Sq Mean Sq NumDF  DenDF F.value    Pr(>F)
condition    0.9988  0.9988     1  107.8  19.632 2.264e-05 ***
group        0.0276  0.0276     1   80.2   0.542 0.463884
type        4.6515  4.6515     1  174.7  91.426 < 2.2e-16 ***
truth       0.2042  0.2042     1 5114.7   4.014 0.045176 *
condition:group 1.6298  1.6298     1  160.0  32.034 6.839e-08 ***
condition:type 0.4716  0.4716     1 5215.5   9.270 0.002341 **
group:type    0.0503  0.0503     1 5242.4   0.989 0.320071
condition:truth 0.0901  0.0901     1 5371.4   1.772 0.183242
group:truth   0.0695  0.0695     1 5413.7   1.366 0.242499
type:truth    5.6000  5.6000     1 5079.0 110.068 < 2.2e-16 ***
condition:group:type 0.0727  0.0727     1  175.7   1.429 0.233529
condition:group:truth 0.0099  0.0099     1 5073.4   0.195 0.658938
condition:type:truth 0.0171  0.0171     1 4902.7   0.336 0.562256
group:type:truth 0.0059  0.0059     1 5431.0   0.115 0.734218
condition:group:type:truth 0.1481  0.1481     1 4568.7   2.910 0.088099 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

(d) Quarto modello:

(LRT~condition*group+type+truth+type*truth+(1+condition+type+condition:type|subj)+(1+condition|sent),data=data)

REML criterion at convergence: -268.7

Scaled residuals:

| | Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|--|---------|---------|---------|--------|--------|
| | -6.3271 | -0.6255 | -0.0716 | 0.5650 | 4.8498 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. | Corr |
|----------|---------------------------|-----------|----------|-----------------|
| sent | (Intercept) | 2.131e-03 | 0.046165 | |
| | conditionIncompatib | 1.329e-05 | 0.003646 | 1.00 |
| subj | (Intercept) | 2.226e-02 | 0.149202 | |
| | conditionIncompatib | 6.011e-03 | 0.077529 | -0.46 |
| | typel | 2.680e-03 | 0.051767 | 0.12 -0.15 |
| | conditionIncompatib:typel | 1.017e-02 | 0.100846 | 0.01 0.04 -0.89 |
| Residual | | 5.032e-02 | 0.224313 | |

Number of obs: 5570, groups: sent, 120; subj, 79

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|----------------------------|------------|------------|-----------|---------|--------------|
| (Intercept) | 7.246e+00 | 1.806e-02 | 8.800e+01 | 401.203 | < 2e-16 *** |
| conditionIncompatib | 5.075e-02 | 1.072e-02 | 6.900e+01 | 4.733 | 1.14e-05 *** |
| group1 | 1.147e-01 | 3.550e-02 | 8.400e+01 | 3.230 | 0.00177 ** |
| typel | 1.182e-01 | 1.225e-02 | 1.560e+02 | 9.649 | < 2e-16 *** |
| truth1 | 1.628e-02 | 8.559e-03 | 3.302e+03 | 1.902 | 0.05723 . |
| conditionIncompatib:group1 | -1.843e-01 | 2.764e-02 | 1.210e+02 | -6.670 | 8.18e-10 *** |
| typel:truth1 | -1.858e-01 | 1.813e-02 | 5.014e+03 | -10.243 | < 2e-16 *** |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | cnbtnI | group1 | typel | truth1 | cnbI:1 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| cnbtnIncmpt | -0.438 | | | | | |
| group1 | -0.012 | 0.006 | | | | |
| typel | 0.072 | -0.035 | -0.002 | | | |
| truth1 | -0.016 | -0.028 | 0.002 | -0.439 | | |
| cnbtnIncm:1 | 0.005 | -0.008 | -0.495 | -0.002 | 0.006 | |
| typel:trth1 | -0.145 | -0.003 | -0.002 | -0.067 | 0.116 | -0.002 |

Dati Anova del quarto modello:

```
> anova(mod5)
Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite
approximation for degrees of freedom

      Sum Sq Mean Sq NumDF  DenDF F.value    Pr(>F)
condition  1.1272  1.1272     1   68.8  22.401 1.144e-05 ***
group      0.0263  0.0263     1   75.8   0.524  0.47154
type      4.6843  4.6843     1  155.7  93.096 < 2.2e-16 ***
truth     0.1821  0.1821     1 3302.1   3.618  0.05723 .
condition:group 2.2385  2.2385     1  120.6  44.488 8.182e-10 ***
type:truth  5.2794  5.2794     1 5013.6 104.924 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Dimensione dell'effetto:

| | term | df | sumsq | meansq | statistic | etasq | partial.etasq | omegasq | cohens.f | power |
|---|-----------------|-------|-------|--------|-----------|-------|---------------|---------|----------|-------|
| | <chr> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> |
| 1 | condition | 1 | 1.443 | 1.443 | 28.686 | 0.090 | 0.215 | -0.179 | 0.523 | 0.069 |
| 2 | group | 1 | 0.001 | 0.001 | 0.019 | 0.000 | 0.000 | -0.247 | 0.013 | 0.050 |
| 3 | type | 1 | 6.645 | 6.645 | 132.071 | 0.412 | 0.557 | 0.064 | 1.122 | 0.122 |
| 4 | truth | 1 | 0.501 | 0.501 | 9.960 | 0.031 | 0.087 | -0.223 | 0.308 | 0.057 |
| 5 | condition:group | 1 | 2.253 | 2.253 | 44.771 | 0.140 | 0.299 | -0.141 | 0.653 | 0.079 |
| 6 | type:truth | 1 | 5.279 | 5.279 | 104.924 | NA | NA | NA | NA | NA |

Analisi della compatibilità affettiva

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Condizione | M |
|---------------|------|
| Compatibile | 1462 |
| Incompatibile | 1508 |

| Tipo | M |
|----------|------|
| Positivo | 1353 |
| Negativo | 1523 |

| Valore dell'oggetto | Direzione | | | |
|---------------------|-----------|----------|--------|------|
| | Giù | Sinistra | Destra | Su |
| Piacevole | 1410 | 1395 | 1384 | 1370 |
| Spiacevole | 1447 | 1526 | 1463 | 1561 |

(e) Primo modello:

```
(LRT~compatibility+type+compatibility*type+(1+compatibility+type+compatibility*t
ype|subj)+(1+compatibility|sent),data=data)
```

```
> summary(mod4)
```

```
Linear mixed model fit by REML t-tests use Satterthwaite approximations to
degrees of freedom [lmerMod]
```

Formula:

```
LRT ~ compatibility + type + compatibility * type + (1 + compatibility +
type + compatibility * type | subj) + (1 + compatibility | sent)
```

```
Data: data
```

```
REML criterion at convergence: -156.6
```

Scaled residuals:

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-6.4045 -0.6279 -0.0738  0.5641  4.8339
```

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. | Corr |
|--------|------|----------|----------|------|
|--------|------|----------|----------|------|


```

sent      (Intercept)                3.925e-03 0.062653
          compatibilityIncompatib    4.762e-06 0.002182 -1.00
subj      (Intercept)                1.982e-02 0.140797
          compatibilityIncompatib    2.027e-03 0.045024 -0.17
          type1                      8.357e-03 0.091419 -0.12 -0.08
          compatibilityIncompatib:type1 3.611e-02 0.190023 0.15 0.03 -0.96
Residual                                5.093e-02 0.225684
Number of obs: 5570, groups: sent, 120; subj, 79

```

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|-------------------------------|-----------|------------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | 7.228356 | 0.017433 | 92.050000 | 414.641 | < 2e-16 |
| compatibilityIncompatib | 0.033206 | 0.008023 | 73.370000 | 4.139 | 9.21e-05 |
| type1 | 0.173234 | 0.017716 | 132.690000 | 9.779 | < 2e-16 |
| compatibilityIncompatib:type1 | -0.099824 | 0.024848 | 52.110000 | -4.017 | 0.00019 |

```

(Intercept)          ***
compatibilityIncompatib ***
type1                ***
compatibilityIncompatib:type1 ***
---

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | cmptbI | type1 |
|------------|--------|--------|--------|
| cmptblyInc | -0.245 | | |
| type1 | -0.053 | -0.050 | |
| cmptblyI:1 | 0.113 | 0.039 | -0.672 |

Dati Anova del primo modello:

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|--------------------|--------|---------|-------|--------|---------|---------------|
| compatibility | 0.8725 | 0.8725 | 1 | 73.373 | 17.129 | 9.208e-05 *** |
| type | 4.4955 | 4.4955 | 1 | 95.002 | 88.263 | 3.331e-15 *** |
| compatibility:type | 0.8220 | 0.8220 | 1 | 52.114 | 16.140 | 0.0001898 *** |

Dimensione dell'effetto:

| term | df | sumsq | meansq | statistic | etasq | partial.etasq | omegasq | cohens.f | power |
|----------------|-------|-------|--------|-----------|-------|---------------|---------|----------|-------|
| <chr> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> |
| 1compatib | 1 | 1.084 | 1.084 | 21.289 | 0.165 | 0.569 | 0.036 | 1.148 | 0.125 |
| 2type | 1 | 4.655 | 4.655 | 91.396 | 0.709 | 0.850 | 0.519 | 2.380 | 0.254 |
| 3compatib:type | 1 | 0.822 | 0.822 | 16.140 | NA | NA | NA | NA | NA |

Tavola 5

Esperimento 5

Analisi della compatibilità semantica

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Gruppo | Blocco 1 | Blocco 2 |
|--------|----------|----------|
| C | 1217 | 1343 |
| D | 1133 | 1234 |

| Condizione | M |
|---------------|------|
| Compatibile | 1225 |
| Incompatibile | 1237 |

(a) Primo modello:

(LRT~block*group+block+truth+type+(1|subj)+(1|sent),data=data)

REML criterion at convergence: 1226.3

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -4.4715 | -0.6722 | -0.1072 | 0.5660 | 4.2015 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. |
|----------|-------------|----------|----------|
| subj | (Intercept) | 0.025630 | 0.16009 |
| sent | (Intercept) | 0.003324 | 0.05765 |
| Residual | | 0.069220 | 0.26310 |

Number of obs: 5158, groups: subj, 70; sent, 60

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|---------------|----------|------------|------------|---------|--------------|
| (Intercept) | 7.06500 | 0.02088 | 84.00000 | 338.348 | < 2e-16 *** |
| block1 | 0.07949 | 0.00741 | 5073.00000 | 10.727 | < 2e-16 *** |
| group1 | -0.10362 | 0.03900 | 66.00000 | -2.657 | 0.009862 ** |
| truth1 | 0.03427 | 0.01027 | 5042.00000 | 3.335 | 0.000858 *** |
| type1 | 0.10881 | 0.01031 | 5055.00000 | 10.553 | < 2e-16 *** |
| block1:group1 | -0.01379 | 0.01471 | 5032.00000 | -0.938 | 0.348484 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | block1 | group1 | truth1 | type1 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| block1 | 0.000 | | | | |
| group1 | 0.001 | -0.003 | | | |
| truth1 | -0.006 | 0.000 | -0.005 | | |
| type1 | 0.013 | 0.014 | 0.004 | -0.695 | |
| block1:grpl | -0.002 | 0.007 | 0.000 | -0.014 | 0.009 |

Dati Anova del primo modello:

> anova(mod)

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite approximation for degrees of freedom

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|-------------|--------|---------|-------|--------|---------|---------------|
| block | 7.9651 | 7.9651 | 1 | 5072.5 | 115.070 | < 2.2e-16 *** |
| group | 0.4887 | 0.4887 | 1 | 66.3 | 7.061 | 0.0098622 ** |
| truth | 0.7700 | 0.7700 | 1 | 5042.1 | 11.124 | 0.0008584 *** |
| type | 7.7083 | 7.7083 | 1 | 5054.9 | 111.360 | < 2.2e-16 *** |
| block:group | 0.0609 | 0.0609 | 1 | 5032.0 | 0.879 | 0.3484839 |

Analisi della compatibilità affettiva

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Condizione | M |
|---------------|------|
| Compatibile | 1232 |
| Incompatibile | 1231 |

| Tipo | M |
|----------|------|
| Positivo | 1156 |
| Negativo | 1317 |

(b) Primo modello:

(LRT~compatip+type+compatip*type+(1+compatip+type+compatip*type|subj)+(1+compatip|sent))

Linear mixed model fit by REML t-tests use Satterthwaite approximations to degrees of freedom [lmerMod]

Formula: LRT ~ compatip + type + compatip * type + (1 + compatip + type + compatip * type | subj) + (1 + compatip | sent)

Data: data

REML criterion at convergence: 1109.1

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -4.8544 | -0.6687 | -0.1054 | 0.5534 | 4.3372 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. | Corr |
|----------|-----------------|-----------|----------|-----------------|
| subj | (Intercept) | 0.0284425 | 0.16865 | |
| | compatip1 | 0.0024008 | 0.04900 | -0.25 |
| | type1 | 0.0005991 | 0.02448 | 0.33 -0.23 |
| | compatip1:type1 | 0.0789649 | 0.28101 | 0.39 -0.13 0.16 |
| sent | (Intercept) | 0.0034071 | 0.05837 | |
| | compatip1 | 0.0015004 | 0.03873 | -0.04 |
| Residual | | 0.0652222 | 0.25539 | |

Number of obs: 5158, groups: subj, 70; sent, 60

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|-----------------|----------|------------|-----------|---------|------------|
| (Intercept) | 7.065461 | 0.021837 | 83.990000 | 323.550 | <2e-16 *** |
| compatip1 | 0.005433 | 0.010593 | 56.670000 | 0.513 | 0.61 |
| type1 | 0.129855 | 0.007816 | 65.010000 | 16.614 | <2e-16 *** |
| compatip1:type1 | 0.003704 | 0.036622 | 65.510000 | 0.101 | 0.92 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | cmptp1 | type1 |
|--------------|--------|--------|-------|
| compatip1 | -0.135 | | |
| type1 | 0.126 | -0.039 | |
| cmptp1:type1 | 0.332 | -0.049 | 0.056 |

Anova of the first model:

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite approximation for degrees of freedom

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|---------------|---------|---------|-------|--------|---------|------------|
| compatip | 0.0172 | 0.0172 | 1 | 56.670 | 0.263 | 0.6101 |
| type | 18.0029 | 18.0029 | 1 | 65.007 | 276.024 | <2e-16 *** |
| compatip:type | 0.0007 | 0.0007 | 1 | 65.514 | 0.010 | 0.9198 |

Tavola 6

Esperimento 6

Analisi della compatibilità semantica

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Condizione | M |
|---------------|------|
| Compatibile | 1024 |
| Incompatibile | 1030 |

| Tipo Frase | M |
|------------|------|
| Oggettivo | 1013 |
| Soggettivo | 1042 |

(a) Primo modello:

```
LRT~condition+type+condition*type+(1|subj)+(1|sent),data=data)
> summary(mod)
Linear mixed model fit by REML t-tests use Satterthwaite approximations to degrees of
  freedom [lmerMod]
Formula: LRT ~ condition + type + condition * type + (1 | subj) + (1 | sent)
Data: data
```

REML criterion at convergence: 535.8

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -5.4584 | -0.6135 | -0.0754 | 0.5535 | 5.0665 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. |
|--------|-------------|----------|----------|
| sent | (Intercept) | 0.001639 | 0.04049 |
| subj | (Intercept) | 0.101502 | 0.31859 |
| | Residual | 0.059791 | 0.24452 |

Number of obs: 5808, groups: sent, 128; subj, 56

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|------------------|-----------|------------|------------|---------|-------------|
| (Intercept) | 6.855133 | 0.042846 | 55.770000 | 159.995 | < 2e-16 *** |
| condition1 | -0.003504 | 0.008666 | 227.380000 | -0.404 | 0.68629 |
| type1 | -0.026318 | 0.009638 | 123.940000 | -2.731 | 0.00724 ** |
| condition1:type1 | -0.008230 | 0.017333 | 227.410000 | -0.475 | 0.63538 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | cnbtn1 | type1 |
|--------------|--------|--------|-------|
| condition1 | 0.000 | | |
| type1 | -0.004 | 0.001 | |
| cnbtn1:type1 | 0.000 | 0.198 | 0.001 |

Dati Anova del primo modello:

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|----------------|---------|---------|-------|--------|---------|-------------|
| condition | 0.00978 | 0.00978 | 1 | 227.38 | 0.1635 | 0.686294 |
| type | 0.44584 | 0.44584 | 1 | 123.94 | 7.4566 | 0.007242 ** |
| condition:type | 0.01348 | 0.01348 | 1 | 227.41 | 0.2254 | 0.635376 |

Analisi della compatibilità affettiva

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Condizione | M |
|---------------|------|
| Compatibile | 1020 |
| Incompatibile | 1069 |

(b) Primo modello:

```
(LRT~condition+type+condition*type+(1|subj)+(1|sent),data=data)
> summary(mod1)
Linear mixed model fit by REML
t-tests use Satterthwaite approximations to degrees of freedom ['lmerMod']
Formula: LRT ~ condition + type + condition * type + (1 | subj) + (1 | sent)
Data: data
```

REML criterion at convergence: 359.1

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -5.2458 | -0.5933 | -0.0749 | 0.5423 | 5.0337 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. |
|----------|-------------|----------|----------|
| sent | (Intercept) | 0.001768 | 0.04205 |
| subj | (Intercept) | 0.101736 | 0.31896 |
| Residual | | 0.059424 | 0.24377 |

Number of obs: 2710, groups: sent, 64; subj, 56

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|------------------|-----------|------------|------------|---------|------------|
| (Intercept) | 6.868847 | 0.043207 | 56.600000 | 158.976 | <2e-16 *** |
| condition1 | -0.015397 | 0.011195 | 573.800000 | -1.375 | 0.170 |
| type1 | 0.017786 | 0.014136 | 57.900000 | 1.258 | 0.213 |
| condition1:type1 | -0.001825 | 0.022090 | 595.700000 | -0.083 | 0.934 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | cnbtn1 | type1 |
|--------------|--------|--------|--------|
| condition1 | -0.011 | | |
| type1 | 0.000 | 0.002 | |
| cnbtn1:type1 | 0.000 | -0.015 | -0.062 |

Dati Anova del primo modello:

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|----------------|----------|----------|-------|--------|---------|--------|
| condition | 0.112399 | 0.112399 | 1 | 573.81 | 1.89148 | 0.1696 |
| type | 0.094080 | 0.094080 | 1 | 57.89 | 1.58321 | 0.2134 |
| condition:type | 0.000406 | 0.000406 | 1 | 595.73 | 0.00682 | 0.9342 |

Tavola 7

Esperimento 7

Analisi della compatibilità semantica

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Condizione | M |
|---------------|-----|
| Compatibile | 826 |
| Incompatibile | 837 |

(a) Primo modello:

```
(LRT~compatib+type+compatib*type+(1|subj)+(1|sent),data=data)
> summary(mod)
Linear mixed model fit by REML t-tests use Satterthwaite approximations to
degrees of freedom [lmerMod]
Formula: LRT ~ compatib + type + compatib * type + (1 | subj) + (1 | sent)
Data: data

REML criterion at convergence: -244.6

Scaled residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.0670 -0.6532 -0.0761  0.5819  4.7693

Random effects:
 Groups   Name                Variance Std.Dev.
 sent    (Intercept)          0.0004493 0.0212
 subj    (Intercept)          0.0544548 0.2334
 Residual                            0.0524570 0.2290
Number of obs: 4589, groups: sent, 62; subj, 44

Fixed effects:
              Estimate Std. Error      df t value Pr(>|t|)
(Intercept)   6.668e+00  3.545e-02  4.300e+01 188.128 < 2e-16 ***
compatibl     -2.855e-04  6.775e-03  4.497e+03  -0.042 0.966386
type1         7.351e-03  8.653e-03  5.900e+01  0.850 0.398990
compatib1:type1 4.613e-02  1.357e-02  4.498e+03  3.399 0.000683 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:
              (Intr) cmptbl type1
compatibl    0.000
type1       0.000  0.027
cmptbl:type1 0.003  0.001  0.002
```

Dati Anova del primo modello:

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|---------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------------|
| compatib | 0.00009 | 0.00009 | 1 | 4497.3 | 0.0018 | 0.9663861 |
| type | 0.03787 | 0.03787 | 1 | 58.8 | 0.7218 | 0.3989903 |
| compatib:type | 0.60590 | 0.60590 | 1 | 4497.7 | 11.5504 | 0.0006832 *** |

Analisi della compatibilità affettiva

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Condizione | M |
|---------------|-----|
| Compatibile | 823 |
| Incompatibile | 841 |

| Tipo | M |
|----------|-----|
| Positivo | 829 |
| Negativo | 835 |

| Valore dell'oggetto | Direzione | | | |
|---------------------|-----------|----------|--------|-----|
| | Giù | Sinistra | Destra | Su |
| Picevole | 838 | 850 | 859 | 821 |
| Spiacevole | 848 | 848 | 876 | 825 |

(b) Primo modello:

```
(LRT~comp+type+comp*type+(1|subj)+(1|sent),data=data)
> summary(mod1)
Linear mixed model fit by REML t-tests use Satterthwaite approximations to
degrees of freedom [lmerMod]
Formula: LRT ~ comp + type + comp * type + (1 | subj) + (1 | sent)
Data: data
```

REML criterion at convergence: -244.6

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -5.0670 | -0.6532 | -0.0761 | 0.5819 | 4.7693 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. |
|----------|-------------|-----------|----------|
| sent | (Intercept) | 0.0004493 | 0.0212 |
| subj | (Intercept) | 0.0544548 | 0.2334 |
| Residual | | 0.0524570 | 0.2290 |

Number of obs: 4589, groups: sent, 62; subj, 44

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|-------------|------------|------------|-----------|---------|--------------|
| (Intercept) | 6.668e+00 | 3.545e-02 | 4.300e+01 | 188.128 | < 2e-16 *** |
| comp1 | -2.306e-02 | 6.786e-03 | 4.498e+03 | -3.399 | 0.000683 *** |
| type1 | 7.351e-03 | 8.653e-03 | 5.900e+01 | 0.850 | 0.398990 |
| comp1:type1 | 5.711e-04 | 1.355e-02 | 4.497e+03 | 0.042 | 0.966386 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | comp1 | type1 |
|-------------|--------|--------|--------|
| comp1 | | -0.003 | |
| type1 | 0.000 | | -0.002 |
| comp1:type1 | 0.000 | 0.001 | -0.027 |

Dati Anova del primo modello:

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|-----------|---------|---------|-------|--------|---------|---------------|
| comp | 0.60590 | 0.60590 | 1 | 4497.7 | 11.5504 | 0.0006832 *** |
| type | 0.03787 | 0.03787 | 1 | 58.8 | 0.7218 | 0.3989903 |
| comp:type | 0.00009 | 0.00009 | 1 | 4497.3 | 0.0018 | 0.9663861 |

(c) Secondo modello:

```
(LRT~comp+type+(1+comp|subj)+(1+comp|sent), data=data)
```

```
> summary(mod2)
```

Linear mixed model fit by REML t-tests use Satterthwaite approximations to degrees of freedom [lmerMod]

Formula: LRT ~ comp + type + (1 + comp | subj) + (1 + comp | sent)

Data: data

REML criterion at convergence: -265.4

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -4.9875 | -0.6490 | -0.0815 | 0.5781 | 4.7337 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. | Corr |
|----------|-------------|-----------|----------|------|
| sent | (Intercept) | 0.0004453 | 0.0211 | |
| | comp1 | 0.0011699 | 0.0342 | 0.46 |
| subj | (Intercept) | 0.0543676 | 0.2332 | |
| | comp1 | 0.0014672 | 0.0383 | 0.18 |
| Residual | | 0.0517874 | 0.2276 | |

Number of obs: 4589, groups: sent, 62; subj, 44

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|-------------|-----------|------------|-----------|---------|------------|
| (Intercept) | 6.668669 | 0.035415 | 43.470000 | 188.301 | <2e-16 *** |
| comp1 | -0.022984 | 0.009891 | 45.240000 | -2.324 | 0.0247 * |
| type1 | 0.007229 | 0.008530 | 58.620000 | 0.847 | 0.4002 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | comp1 |
|-------|--------|--------|
| comp1 | 0.116 | |
| type1 | 0.000 | -0.001 |

Dati Anova del secondo modello:

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|------|----------|----------|-------|--------|---------|-----------|
| comp | 0.279630 | 0.279630 | 1 | 45.244 | 5.3996 | 0.02469 * |
| type | 0.037192 | 0.037192 | 1 | 58.622 | 0.7182 | 0.40019 |

Dimensione dell'effetto

| term | df | sumsq | meansq | statistic | etasq | partial.etasq | omegasq | cohens.f | power |
|--------|-------|-------|--------|-----------|-------|---------------|---------|----------|-------|
| <chr> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> | <dbl> |
| 1 comp | 1 | 0.279 | 0.279 | 5.394 | 0.883 | 0.883 | 0.685 | 2.741 | 0.29 |
| 2 type | 1 | 0.037 | 0.037 | 0.718 | NA | NA | NA | NA | NA |

Tavola 8

Esperimento 8

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Gruppo | Blocco 1 | Blocco 2 |
|--------|----------|----------|
| A | 1673 | 1575 |
| B | 1561 | 1464 |

| Valore di Verità | M |
|------------------|------|
| Falso | 1678 |
| Vero | 1549 |

(a) Primo modello:

(LRT~block*group+block+truth+gramm+(1|subj.)+(1|sent.),data=data)

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. |
|----------|-------------|----------|----------|
| sent. | (Intercept) | 0.01287 | 0.1134 |
| subj. | (Intercept) | 0.02566 | 0.1602 |
| Residual | | 0.04243 | 0.2060 |

Number of obs: 8122, groups: sent., 120; subj., 88

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|---------------|-----------|------------|-----------|---------|--------------|
| (Intercept) | 7.333e+00 | 2.048e-02 | 1.500e+02 | 357.997 | < 2e-16 *** |
| block1 | 6.193e-02 | 2.122e-02 | 1.150e+02 | 2.919 | 0.004224 ** |
| group1 | 6.870e-02 | 3.454e-02 | 8.600e+01 | 1.989 | 0.049887 * |
| truth1 | 8.362e-02 | 2.121e-02 | 1.150e+02 | 3.942 | 0.000139 *** |
| gramm1 | 3.842e-02 | 2.250e-02 | 1.150e+02 | 1.707 | 0.090488 . |
| block1:group1 | 5.292e-03 | 9.185e-03 | 7.916e+03 | 0.576 | 0.564510 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | block1 | group1 | truth1 | gramm1 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| block1 | 0.000 | | | | |
| group1 | 0.057 | 0.000 | | | |
| truth1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| gramm1 | 0.183 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| block1:grpl | 0.000 | 0.014 | 0.001 | 0.002 | 0.001 |

Dati Anova del primo modello:

> anova(mod0)

Analysis of Variance Table of type III with Satterthwaite approximation for degrees of freedom

| | Sum Sq | Mean Sq | NumDF | DenDF | F.value | Pr(>F) |
|-------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------------|
| block | 0.36156 | 0.36156 | 1 | 115.1 | 8.5211 | 0.0042238 ** |
| group | 0.16786 | 0.16786 | 1 | 85.9 | 3.9560 | 0.0498873 * |
| truth | 0.65933 | 0.65933 | 1 | 115.1 | 15.5386 | 0.0001392 *** |
| gramm | 0.12366 | 0.12366 | 1 | 115.1 | 2.9144 | 0.0904877 . |
| block:group | 0.01409 | 0.01409 | 1 | 7915.6 | 0.3320 | 0.5645104 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Tavola 9

Esperimento 9

Media dei tempi di risposta (in msec, valori originali):

| Gruppo | Blocco 1 | Blocco 2 |
|--------|----------|----------|
| A | 1833 | 1819 |
| B | 1772 | 1692 |

| Condizione | M |
|-------------|------|
| Bulgaro | 1794 |
| Occidentale | 1755 |

| Gruppo | M |
|--------|------|
| A | 1825 |
| B | 1731 |

| Valore di Verità | M |
|------------------|------|
| Falso | 1873 |
| Vero | 1670 |

(a) Primo modello:

```
(LRT~block*group+block+truth+gramm+(1|subject)+(1|sentence),data=data)
> summary(mod0)#per vedere gli effetti fissi e random
Linear mixed model fit by REML t-tests use Satterthwaite approximations to
degrees of freedom [lmerMod]
Formula: LRT ~ block * group + block + truth + gramm + (1 | subject) +
(1 | sentence)
Data: data
```

REML criterion at convergence: 549.5

Scaled residuals:

| Min | 1Q | Median | 3Q | Max |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -7.8238 | -0.5198 | -0.0065 | 0.5803 | 3.0102 |

Random effects:

| Groups | Name | Variance | Std.Dev. |
|----------|-------------|----------|----------|
| sentence | (Intercept) | 0.005733 | 0.07572 |
| subject | (Intercept) | 0.018382 | 0.13558 |
| Residual | | 0.061024 | 0.24703 |

Number of obs: 4175, groups: sentence, 106; subject, 60

Fixed effects:

| | Estimate | Std. Error | df | t value | Pr(> t) |
|---------------|----------|------------|------------|---------|--------------|
| (Intercept) | 7.45374 | 0.01963 | 80.00000 | 379.657 | < 2e-16 *** |
| block1 | 0.02638 | 0.01665 | 101.00000 | 1.584 | 0.1162 |
| group1 | 0.06282 | 0.03594 | 58.00000 | 1.748 | 0.0857 . |
| truth1 | 0.12168 | 0.01667 | 101.00000 | 7.298 | 6.77e-11 *** |
| gramm1 | 0.01771 | 0.01756 | 101.00000 | 1.008 | 0.3158 |
| block1:group1 | -0.03639 | 0.01547 | 4024.00000 | -2.352 | 0.0187 * |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

| | (Intr) | block1 | group1 | truth1 | gramm1 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| block1 | | 0.009 | | | |

```

group1      0.061  0.001
truth1     -0.031  0.011 -0.001
gramm1     0.144 -0.031 -0.002 -0.029
block1:grp1 0.001  0.036  0.004  0.031 -0.003

```

Dati Anova del primo modello:

```

          Sum Sq Mean Sq NumDF  DenDF F.value   Pr(>F)
block    0.1532  0.1532     1   101.4   2.510  0.11621
group    0.1865  0.1865     1    58.0   3.056  0.08574 .
truth    3.2506  3.2506     1   101.1  53.267 6.772e-11 ***
gramm    0.0620  0.0620     1   101.1   1.016  0.31579
block:group 0.3376  0.3376     1 4024.4   5.533  0.01871 *
---

```

(b) Secondo modello:

```
(LRT~condition*group+truth+gramm+(1+condition|subject)+(1+condition|sentence),data=data)
```

```
> summary(mod1)
```

```
Linear mixed model fit by REML t-tests use Satterthwaite approximations to
degrees of freedom [lmerMod]
```

```
Formula: LRT ~ condition * group + truth + gramm + (1 + condition | subject) +
(1 + condition | sentence)
```

```
Data: data
```

```
REML criterion at convergence: 508.9
```

```
Scaled residuals:
```

```

      Min       1Q   Median       3Q      Max
-7.7646 -0.5054 -0.0113  0.5632  3.1252

```

```
Random effects:
```

```

Groups   Name             Variance Std.Dev. Corr
sentence (Intercept)  0.005789 0.07609
          condition1  0.004684 0.06844 -0.38
subject  (Intercept)  0.018414 0.13570
          condition1  0.003747 0.06121 -0.27
Residual                    0.059006 0.24291

```

```
Number of obs: 4175, groups: sentence, 106; subject, 60
```

```
Fixed effects:
```

```

              Estimate Std. Error      df t value Pr(>|t|)
(Intercept)    7.45490   0.01964  79.95000  379.525 < 2e-16 ***
condition1     0.01610   0.01289  70.70000   1.250  0.2156
group1         0.06203   0.03656  61.90000   1.697  0.0948 .
truth1         0.10453   0.01629 101.02000   6.418 4.52e-09 ***
gramm1         0.01725   0.01714 100.68000   1.006  0.3167
condition1:group1 -0.05254   0.03694 110.88000  -1.422  0.1577
---

```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Correlation of Fixed Effects:
```

```

          (Intr) cndtn1 group1 truth1 gramm1
condition1 -0.221
group1     0.061 -0.016
truth1    -0.033 -0.016  0.000
gramm1     0.141  0.002 -0.001 -0.030
cndtn1:grp1 -0.015  0.043 -0.166 -0.010  0.026

```

Dati Anova del secondo modello:

```

          Sum Sq Mean Sq NumDF  DenDF F.value   Pr(>F)
condition  0.09214  0.09214     1   70.703   1.561  0.21557
group     0.16984  0.16984     1   61.898   2.878  0.09481 .
truth     2.43063  2.43063     1 101.020  41.193 4.525e-09 ***
gramm     0.05976  0.05976     1 100.676   1.013  0.31665
condition:group 0.11939  0.11939     1 110.879   2.023  0.15770

```