

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Clinica

Tesi di laurea Magistrale

Il significato simbolico nella percezione: uno studio sul tempo, velocità e spazio

Symbolic meaning in perception: a study of time, speed and space

Relatore:

Prof. Luca Battaglini

Laureanda:

Francesca Botti

Matricola:

2015635

Anno Accademico: 2021/2022

<< È Maya, il velo ingannatore, che avvolge gli occhi dei mortali e fa loro vedere un mondo del quale non può dirsi che esista, né che non esista; perché ella rassomiglia al sogno, rassomiglia al riflesso del sole sulla sabbia, che il pellegrino da lontano scambia per acqua; o anche rassomiglia alla corda gettata a terra che egli prende per un serpente. >>

A. Schopenhauer, "Il mondo come volontà e rappresentazione", par. 3

INDICE

ABSTRACT	1
INTRODUZIONE	3
CAPITOLO I: Effetto del significato simbolico della velocità sulla percezione di velocità stessa	7
1.1 Velocità e percezione.....	8
1.2 “Probing the effect of the expected-speed violation illusion”	10
1.2.1 Metodo	12
1.2.2 Analisi dei dati.....	15
1.2.3 Risultati.....	17
1.3 Discussioni allo studio “Probing the effect of the expected-speed violation illusion”	18
CAPITOLO II: Effetto del significato simbolico della velocità sulla percezione del tempo.....	21
2.1 Tempo e percezione.....	21
2.2 Un paradigma per la valutazione del tempo implicito: il TTC.....	25
2.3 “The effect of symbolic meaning of speed on time to contact”	27
2.3.1 Metodo.....	28
2.3.2 Analisi dei dati e risultati	31
2.3 Discussioni allo studio “The effect of symbolic meaning of speed on time to contact”	32
CAPITOLO III: Effetto del significato simbolico della velocità sulla percezione dello spazio	35
3.1 Representational Momentum (RM).....	35
3.2 Effetto del movimento tipico di un oggetto sul Representational Momentum.....	36
3.3 “Effetto del significato simbolico sulla percezione di movimento nello spazio”. 41	
3.3.1 Introduzione.....	41
3.3.2 Metodo	42
3.3.3 Analisi dei dati.....	44
3.3.4 Risultati.....	46
CAPITOLO IV: DISCUSSIONI E CONCLUSIONE.....	49
BIBLIOGRAFIA	55

ABSTRACT

Velocità, spazio e tempo sono grandezze fisiche, oggettivamente misurabili, che è possibile mettere in relazione con la formula $V = S / T$, dato che la velocità non è altro che il rapporto tra lo spazio percorso e il tempo necessario per percorrere tale spazio. Un movimento è perfettamente definito se di esso si conoscono: lo spazio percorso, dato dalla direzione, dal verso e dalla lunghezza della traiettoria; il tempo impiegato; la velocità mantenuta data dal rapporto spazio/tempo. Dunque, per stimare il movimento di un oggetto è necessario fare una stima delle tre variabili (velocità, spazio e tempo). Queste grandezze sono quindi dimensioni essenziali e alla base della percezione umana e, in particolare, della percezione del movimento di un oggetto.

Lo scopo di questo lavoro è indagare se il significato simbolico attribuito ad un oggetto possa modificare la sua percezione in termini di velocità, spazio e tempo. Infatti, secondo una concezione bayesiana, la percezione risulta dalla combinazione di priori percettivi (o aspettative sul mondo) e di evidenze sensoriali: in questo modo, la conoscenza del mondo guida la nostra interpretazione delle informazioni visive e può influenzare il modo in cui percepiamo gli oggetti in movimento.

In questo studio, verranno indagati gli effetti del significato simbolico su diversi compiti: percezione di velocità, stima del tempo di collisione (*“time to contact”* - TTC) e stima del luogo di scomparsa del *target* in movimento (*“Representational Momentum”* - RM). Gli stimoli utilizzati in tutti i compiti e somministrati ai partecipanti sono stati l'immagine di una moto (rappresenta “alta velocità”) e l'immagine di una bici (rappresenta “bassa velocità”). Partendo dal principio fisico per cui, a distanza costante, una destinazione viene raggiunta in un tempo più breve, se la velocità del movimento è maggiore, è stato verificato se la percezione di questo movimento viene influenzata o meno dal significato simbolico che gli esseri umani attribuiscono all'oggetto *target*. Ciò che è emerso è che il significato simbolico di bassa o alta velocità attribuito all'oggetto sembra modulare la performance in compiti di percezione del movimento.

Confrontando i risultati ottenuti dai diversi compiti, possiamo quindi sostenere un'effettiva influenza del significato simbolico sulla percezione e discuterne le conseguenze e le possibili implicazioni future.

INTRODUZIONE

Il dualismo fra realtà e apparenza nasce dall'esigenza puramente umana di dare un senso al mondo che ci circonda e coglierne la sua complessità. Ne parla ad esempio Schopenhauer, distinguendo fra fenomeno e noumeno (termini ripresi dal criticismo kantiano), indicando il noumeno come la realtà autentica che si cela dietro le apparenze fenomeniche e fenomeno come la rappresentazione di tale realtà. Quest'ultimo ha due aspetti imprescindibili l'uno dall'altro: il soggetto rappresentante e l'oggetto rappresentato. Dunque, non vi è realtà che non sia filtrata da un soggetto che la osserva e per conoscere la realtà dobbiamo "squarciare" il velo del fenomeno, che può essere ingannevole, come un sogno o un'illusione.

La psicologia della Gestalt parla di due livelli di realtà ossia la realtà transfenomenica o fisica, accessibile con strumenti di misurazione tipici di discipline quali la fisica, la chimica, la biologia, l'astrofisica, etc. e la realtà fenomenica, percepita attraverso gli organi di senso e la mente, che risulta da processi di autoorganizzazione insiti negli apparati sensoriali e si impone con immediatezza al soggetto. L'esperienza fenomenica o immediata costituisce il sistema di riferimento attraverso cui incontriamo il mondo e prescinde dal perfezionamento degli strumenti fisici di misura, dato che il mondo dell'esperienza diretta è dominato da soglie "assolute" (quantità minima di energia in grado di produrre una sensazione) e "differenziali" (minima differenza tra stimoli perché la sensazione possa essere colta): oltrepassare le soglie significa uscire dall'esperienza immediata e iniziare a costruire un'immagine della realtà.

L'esperienza diretta degli osservatori – il mondo come loro appare – è un prodotto mentale e si basa sulla percezione, un sofisticato meccanismo di elaborazione, trasformazione e organizzazione di dati sensoriali, raccolti tramite gli organi di senso, mediante il quale il soggetto dota di significato oggetti, eventi o situazioni; è un sistema veloce che opera in maniera intelligente, la prima forma di interazione tra l'individuo e l'ambiente. Il prodotto della percezione, che possiamo chiamare percetto, non è una copia fedele della realtà fisica ma piuttosto il risultato di processi di trasduzione e codifica dell'informazione; è ovvio però, che se tra realtà fisica e realtà percepita non ci fossero delle corrispondenze e delle somiglianze avremmo difficoltà a muoverci nel mondo.

Gli studi che tratterò in questo elaborato si basano su compiti di percezione visiva. Solitamente, ciò che vediamo, gli stimoli che ci circondano, ci forniscono informazioni alquanto attendibili sull'ambiente; ciò però dipende molto dalle proprietà di quegli stimoli e dalle proprietà dell'osservatore, ossia colui che in quel momento li recepisce.

Fra le tante proprietà che uno stimolo visivo può avere, quella che andrò in particolare a considerare è il significato simbolico ("*symbolic meaning*") che l'osservatore attribuisce ad un oggetto e come questo possa modificarne la percezione in termini di velocità, spazio e tempo.

Ogni stimolo che percepiamo è sottoposto ad un'analisi semantica; tale analisi, porta alla formazione di aspettative stabili e durature sulle caratteristiche di tale stimolo. Il significato simbolico di un oggetto è quindi strettamente legato alla conoscenza, alla memoria e all'esperienza dell'individuo e, di conseguenza, è un prodotto dell'interazione uomo - ambiente.

Velocità spazio e tempo sono invece grandezze fisiche, oggettivamente misurabili, che è possibile mettere in relazione con la formula $V = S / T$, dato che la velocità non è altro che il rapporto tra lo spazio percorso e il tempo necessario per percorrere tale spazio. Un movimento è perfettamente definito se di esso si conoscono: lo spazio percorso, dato dalla direzione, dal verso e dalla lunghezza della traiettoria; il tempo impiegato; la velocità mantenuta data dal rapporto spazio/tempo.

Perciò, per stimare il movimento di un oggetto è necessario fare una stima delle tre variabili (velocità, spazio e tempo). Queste grandezze sono quindi dimensioni essenziali e alla base della percezione umana e, in particolare, della percezione del movimento di un oggetto.

L'informazione ottica possiamo dunque pensarla come un concetto relazionale in quanto è costituita da una globalità di caratteristiche fisiche che devono però essere percepite da un osservatore, il quale non solo non è sempre in grado di coglierle tutte, ma viene anche influenzato da euristiche cognitive derivanti dalla propria esperienza e conoscenza del mondo.

La teoria di Herman von Helmholtz (1821-1894) descrive la percezione come un problema di inferenza inconscia: la nostra mente interpreta e corregge continuamente l'informazione sensoriale, come ad esempio quella relativa ad un oggetto, sulla base di ciò che già sappiamo su quell'oggetto e sul contesto in cui è stato osservato. Da questa

teoria deriva l'approccio bayesiano alla percezione di oggetti: la percezione risulta dalla combinazione di priori percettivi (o aspettative sul mondo) e di evidenze sensoriali; in questo modo, la nostra conoscenza del mondo guida la nostra interpretazione delle informazioni visive.

In questo senso, il significato simbolico può influenzare il modo in cui percepiamo gli oggetti in movimento e questo è proprio ciò che ho cercato di dimostrare in questo elaborato.

In particolare, andrò ad indagare gli effetti del significato simbolico attraverso diversi compiti somministrati a soggetti adulti normovedenti e che saranno illustrati nei successivi capitoli nel dettaglio: percezione di velocità, stima del tempo di collisione ("*time to contact*" - TTC) e stima del luogo di scomparsa del *target* in movimento ("*Representational Momentum*" - RM).

I risultati ottenuti saranno oggetto della discussione finale di questo lavoro.

CAPITOLO I: Effetto del significato simbolico della velocità sulla percezione di velocità stessa

Tema cardine di questo elaborato è il significato simbolico di un oggetto e il suo ruolo nella percezione visiva. Però, come già accennato nell'introduzione, la percezione visiva è un processo complesso, in cui dobbiamo considerare una lunga catena di elementi; infatti, un osservatore deve essere dotato di un particolare sistema visivo e cognitivo che gli consente di vedere un oggetto, prestarvi attenzione, elaborarlo a livello delle sue caratteristiche fisiche e semantiche e infine riconoscerlo sulla base delle proprie conoscenze ed esperienze pregresse.

Ci sono molte variabili che influenzano la percezione nel mondo reale e questo dobbiamo tenerlo in considerazione quando vogliamo valutare la percezione attraverso compiti sperimentali. Quindi, prima di tutto, è necessario trovare degli stimoli visivi che abbiano, o che comunque rappresentino a livello percettivo, determinate caratteristiche in base a quello che noi vogliamo misurare; dobbiamo considerare tutte le variabili presenti e soprattutto se influenzano il compito e in che modo: altrimenti c'è il rischio di ottenere dei risultati alterati.

Queste caratteristiche sono molteplici e influenzano in modo diverso la percezione: contesto, sfondo, contrasto, colori, dimensioni, idea di movimento o staticità, peso implicito, direzionalità, forma, numero di punti che compongono la figura e così via. Anche la variabile del significato simbolico, caratteristica insita in qualunque oggetto che un osservatore può percepire, in aggiunta a quelle sopra elencate può in qualche modo alterare ed ingannare la percezione.

Ai fini di questo elaborato, le caratteristiche che prenderò in considerazione sono quelle che riguardano e influenzano la velocità, il tempo e lo spazio, tre grandezze implicate nella percezione di movimento di un oggetto.

In questo primo capitolo verrà mostrato come il significato simbolico della velocità possa influenzare la percezione stessa di velocità (Battaglini et al., 2021); nel secondo capitolo verrà analizzato l'effetto del significato simbolico della velocità sulla percezione del tempo (Battaglini e Mioni, 2019); infine, nel terzo capitolo verrà preso in considerazione lo spazio e le ripercussioni che il significato simbolico può avere su di esso (attraverso un esperimento che io ho somministrato).

1.1 Velocità e percezione

La velocità, grandezza fisica data dal rapporto fra spazio percorso e il tempo necessario per percorrere tale spazio, è una componente essenziale nel movimento di un oggetto. La stima del movimento implica necessariamente la stima della velocità. La percezione di velocità è perciò una variabile chiave nella percezione del movimento.

L'essere umano è particolarmente sensibile ai cambiamenti di velocità e questo gli è certamente utile per fare una stima del movimento degli oggetti che lo circondano.

Uno studio di Amano, Nishida e Takeda (2006) ha ad esempio indagato la sensibilità umana ai cambiamenti di velocità tramite magnetoencefalografia (MEG). La MEG è una tecnica non invasiva che può essere utilizzata per analizzare le risposte cerebrali veloci, comprese le attività durante la percezione visiva. Misurando le risposte MEG agli incrementi di velocità in varie condizioni, gli autori di questo studio hanno esaminato la relazione tra l'ampiezza delle risposte MEG e la sensibilità all'incremento di velocità e hanno trovato che l'ampiezza della risposta effettivamente varia con la velocità di base di un oggetto. Questa sensibilità è ipoteticamente il frutto di un adattamento evolutivo, funzionale e necessaria per muoverci nel mondo. Ne è un esempio banale la valutazione della velocità di un veicolo in strada per evitare collisioni.

Rachlin (1966) parla di *velocità soggettiva*: l'essere umano è in grado di fare una stima abbastanza precisa della velocità, basandosi sulla stima di spazio e tempo piuttosto che sui valori fisici effettivi. Perciò, data la formula fisica per cui: $Velocità = \frac{distanza\ percorsa}{tempo\ impiegato}$, è possibile sostituire i rispettivi correlati soggettivi, ottenendo la formula: $Velocità\ soggettiva = k \frac{distanza\ soggettiva}{durata\ temporale\ soggettiva}$. Questa relazione non dipende necessariamente da misurazioni fisiche.

Perciò, la percezione visiva della velocità segue leggi dinamiche che non sono immediatamente deducibili dalla velocità dello stimolo come definita fisicamente. Brown (1931) sostiene infatti che la velocità è percepita direttamente e molto accuratamente; studi psicofisici hanno riportato che gli osservatori possono giudicare la velocità di un singolo stimolo rispetto ad uno standard implicito con alta precisione e possono rilevare differenze di velocità fino al 5% (McKee, 1981).

Inoltre, gli studi di Brown concludono che la velocità percepita è condizionata dinamicamente dalla struttura e dalle proprietà generali del campo visivo in cui avviene il movimento.

Le teorie della Gestalt stanno dunque alla base dell'ipotesi di Brown: la percezione è un processo dinamico, attraverso il quale i nostri organi di senso raccolgono le informazioni derivanti dal campo visivo, che vengono poi elaborate, catalogate e dotate di significato (Vicario & Zambianchi, 1988). Ne consegue che la percezione di uno stimolo, nel nostro caso la velocità soggettiva di un oggetto, viene influenzata da un ampio spettro di caratteristiche a partire dal contesto in cui tale stimolo è inserito, dalle sue proprietà fisiche e percettive e dal significato che noi gli attribuiamo.

A livello sperimentale, diversi studi hanno indagato l'influenza di svariate caratteristiche di uno stimolo sulla sua percezione di velocità.

Ad esempio, recenti ricerche hanno proposto compiti sperimentali che miravano ad indagare l'effetto di uno sfondo dinamico sulla discriminazione di velocità di uno stimolo. Nello studio di Baker e Graf (2008), basandosi sulle scoperte riguardo contrasto e dominanza, viene dimostrato che la velocità percepita di un *target* in movimento aumenta quando lo sfondo si muove nella direzione opposta piuttosto che quando questo sfondo si muove nella stessa direzione. Battaglini e colleghi (2016), hanno utilizzato un paradigma sperimentale in cui lo sfondo è una texture in scala di grigi che si muove nella stessa direzione (iso-movimento) o opposta (anti-movimento) del punto usato come stimolo *target*. Il punto è stato percepito come più veloce con la trama anti-movimento rispetto alla trama iso-movimento. Nello studio di Battaglini e colleghi del 2018, è stato usato come sfondo un *random dynamic visual noise (rDVN)*, ossia rumore di movimento non direzionale; l'illusione che ne deriva interviene a livello di codifica e lo stimolo viene percepito più veloce rispetto a quando viene utilizzato uno sfondo statico.

Queste evidenze sostengono dunque che il contesto in cui è inserito uno stimolo può portare ad una percezione alterata della velocità.

Altre variabili che intervengono sulla percezione visiva della velocità sono sicuramente le caratteristiche fisiche e semantiche dello stimolo. Uno stimolo con basso contrasto viene giudicato più lento di uno stimolo con alto contrasto (Battaglini, Campana, & Casco, 2013); Brown (1931) aveva teorizzato il *principio di trasposizione*, per il quale

uno stimolo più grande viene percepito più lento di uno più piccolo. Uno studio interessante è stato condotto nel 1974 da Loftus e Palmer: i partecipanti, dopo aver visto la scena di un film che mostrava un incidente automobilistico, dovevano rispondere ad una domanda sulla velocità dei due veicoli; i risultati hanno mostrato che la domanda “A che velocità stavano andando le due macchine quando si sono schiantate l’una contro l’altra?” ha suscitato stime di velocità più elevate rispetto all’utilizzo di verbi come urtare, scontrare o colpire, dimostrando che parole con un particolare significato semantico, che riporta alla mente l’idea di maggiore o minore velocità, possono influenzare la percezione stessa di velocità.

Questi esperimenti, seppur molto diversi fra loro, mostrano diversi modi di come si possa modificare la velocità percepita. Per la mia tesi, forse il più interessante è lo studio Loftus e Palmer, che mostra come l’attribuzione di un significato ad un evento può suggerire un’alterazione percettiva degli osservatori. Tuttavia, l’esperimento di questi autori non era percettivo, ma forse erano maggiormente implicati processi di memoria. Per poter studiare se il significato simbolico possa modulare la velocità esperita, si potrebbe comparare direttamente la velocità fisica di due oggetti che contengono un significato simbolico di alta o bassa velocità, come mostrato in Battaglini e colleghi (2021).

1.2 “*Probing the effect of the expected-speed violation illusion*”

L’obiettivo della ricerca di Battaglini e colleghi (2021), “*Probing the effect of the expected-speed violation illusion*”, è stato quello di indagare se il significato simbolico di alta o bassa velocità potesse influenzare la percezione di velocità stessa. In altre parole, la nostra conoscenza pregressa di velocità di un oggetto, basata sull’esperienza, può influenzare la nostra percezione di velocità di quell’oggetto?

La teoria alla quale è stato fatto riferimento è l’approccio bayesiano alla percezione di velocità e movimento degli oggetti: la percezione è un prodotto probabilistico, una stima, risultante dalla combinazione di priori percettivi (aspettative stabili e durature sul mondo acquisite nel tempo) e di evidenze sensoriali; la nostra conoscenza del mondo guida l’interpretazione che diamo alle informazioni visive (Ascher & Grzywacz, 2000; Doya et al., 2007). Ne consegue che la percezione di velocità derivi dall’integrazione delle

aspettative di velocità, e quindi il significato simbolico della velocità frutto dell'esperienza, con la velocità osservata.

Dunque, in linea teorica, è possibile ricavare la prima ipotesi sottostante a questo studio: ad un osservatore ideale bayesiano, per percepire la velocità di un veicolo tipicamente lento uguale a quella di uno tipicamente veloce, si deve mostrare un veicolo previsto lento con una velocità fisica che supera quella di un veicolo previsto veloce.

Una seconda ipotesi che è stata formulata si basa invece sul concetto di violazione dell'aspettativa, una sorta di modello anti-bayesiano (Brayanov & Smith, 2010). Per spiegare meglio questo concetto, si può fare un'analogia con la *size-weight illusion (SWI)*, principio per cui, quando ci viene chiesto di confrontare due oggetti con stessa massa ma dimensioni diverse, l'oggetto più piccolo sarà percepito come più pesante rispetto a quello più grande (Buckingham et al., 2014). La SWI è un errore cognitivo di alto livello dovuto alla violazione strutturale delle aspettative: un individuo si aspetta che l'oggetto grande sia pesante e che l'oggetto più piccolo sia relativamente leggero, sulla base dell'esperienza precedente. Quando si sollevano oggetti grandi e piccoli ponderati in modo identico, queste aspettative sono confuse: l'oggetto grande pesa meno di quanto l'individuo si aspettasse e l'oggetto piccolo pesa di più. C'è quindi un contrasto fra l'aspettativa e la realtà fisica, con conseguente percezione che l'oggetto più piccolo sia più pesante dell'oggetto più grande. Traslando questo modello alla percezione di velocità, è possibile che se mostriamo ad un soggetto un veicolo previsto lento, che ha la stessa velocità fisica di un veicolo previsto veloce, avvenga una violazione dell'aspettativa tale per cui egli percepirà il veicolo previsto lento come più veloce rispetto all'altro.

Battaglini e colleghi partendo da questi presupposti, hanno proposto il seguente metodo per indagare se, e a questo punto anche in quale modo, il significato simbolico di velocità influenza la percezione della velocità. Per fare ciò, è stato misurato il *punto di uguaglianza soggettiva (PSE)* dei partecipanti alla ricerca in un compito di valutazione della velocità a *scelta forzata a due intervalli (2-IFC)*.

Se la prima ipotesi è corretta, uno stimolo con un significato simbolico di alta velocità verrà percepito più veloce di uno stimolo con un significato simbolico di bassa velocità, quando i due stimoli avranno la stessa velocità fisica. Se fosse vera la seconda ipotesi, il risultato sarebbe invertito.

1.2.1 Metodo

Partecipanti

Hanno preso parte alla ricerca 120 studenti dell'Università di Padova e sono stati divisi in 6 gruppi. Ogni gruppo avrebbe partecipato ad una differente variante dell'esperimento. Ai fini della mia analisi prenderò in considerazione l'esperimento 1, a cui hanno partecipato 5 maschi e 15 femmine fra i 21 e 30 anni (età media 22,4 anni e SD = 2.2) e l'esperimento 4, a cui hanno partecipato 6 maschi e 14 femmine fra i 20 e i 32 anni (età media 23,8 e SD = 3.2).

Inoltre, è stato eseguito un esperimento di controllo sia per l'esperimento 1 che per l'esperimento 4 a cui hanno partecipato 7 maschi (età media 21,45 e SD = 1.1).

Tutti i partecipanti erano a conoscenza dello scopo dell'esperimento, hanno dato il consenso informato secondo la Dichiarazione di Helsinki e hanno ricevuto l'approvazione etica dall'Università di Padova prima del loro coinvolgimento.

Tutti i soggetti avevano un'acutezza visiva normale o corretta a normale.

Il numero dei partecipanti all'esperimento è risultato sufficientemente appropriato per rilevare effetti significativi sul PSE.

Stimoli

Gli stimoli sono stati generati con MATLAB e Psychophysics Toolbox (Brainard & Vision, 1997; Pelli & Vision, 1997) e sono stati visualizzati su un monitor LCD Asus da 19 pollici con una frequenza di aggiornamento di 60 Hz. La risoluzione dello schermo era di 1920×1080 pixel. La luminanza massima era di 90 cd/m² (sfondo bianco) e la luminanza minima di 1 cd/m². I *target* mobili erano due immagini visualizzate sullo schermo del computer.

Gli stimoli utilizzati negli esperimenti 1 e 4 sono stati le immagini statiche in bianco e nero di una bicicletta, significato simbolico di bassa velocità (*figura 1.1*), e di una moto, significato simbolico di alta velocità (*figura 1.2*), guidate da un ciclista e un motociclista, su sfondo bianco.

Nell'esperimento di controllo le stesse immagini sono state riprodotte attraverso i *gabors*, su sfondo grigio con una luminanza di 45 cd/m² (*figura 1.3* e *figura 1.4*). Dunque, dal contorno di ciascuna figura sono stati selezionati in modo casuale 70 pixel ed è stato poi disegnato un *gabor* verticale ($\sigma = 4$, $\text{contrasto} = 0.85$) centrato su ciascuno di essi.

Le “*gabor patch*”¹ della bici e della moto avevano una frequenza spaziale di 10 cicli/gradi. Nei modelli computazionali, i *gabors* vengono spesso utilizzati per l'estrazione di caratteristiche di basso livello, come il rilevamento dei bordi. Si è scoperto infatti che i profili ricettivi delle cellule semplici nei sistemi visivi dei mammiferi assomigliano molto ai *filtri gabors* i quali raggiungono un'incertezza congiunta minima (Mehrotra, Namuduri, & Ranganathan, 1992). L'utilizzo dei *gabors* può essere utile per controllare l'influenza di alcune caratteristiche degli stimoli (come contrasto, dimensione, sfondo etc.) che, come abbiamo puntualizzato all'inizio di questo capitolo, possono influenzare la percezione oltre al significato simbolico. Con questo metodo, le caratteristiche di basso livello delle immagini negli esperimenti e nell'esperimento di controllo erano le stesse, con l'unica differenza della disposizione spaziale delle *patch di gabor*.

Prima di ogni sessione, sono state mostrate ai partecipanti le immagini originali della bici e della moto e quelle con i *gabors*: tutti i partecipanti hanno riconosciuto facilmente le figure corrispondenti.

Sia la bicicletta che la moto erano lunghe 5.5° , entrambe le immagini apparivano a 7.5° a sinistra o a destra dal centro dello schermo e scomparivano dopo aver viaggiato per 15° ; entrambe erano incorporate all'interno di un rettangolo invisibile di $5.5 \times 4.125^\circ$, il quale si muoveva in modo traslazionale e uniforme in linea retta verso destra o verso sinistra.

Anticipiamo che il tipo di stimoli utilizzati in questi compiti e nei compiti sulla percezione del tempo e dello spazio, sono gli stessi. Ciò sarà utile ai fini della mia analisi.



Figura 1.1: bici



Figura 1.2: moto

¹ La *gabor patch* è una variazione sinusoidale di luminanza convoluta in una gaussiana.

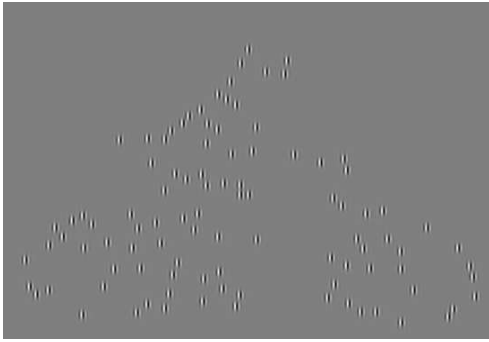


Figura 1.3: *bici con gabors*

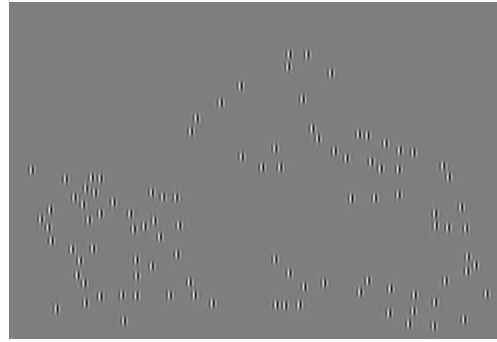


Figura 1.4: *moto con gabors*

Procedura

I soggetti erano seduti in una stanza buia ad una distanza di 57 cm dallo schermo; la visione era binoculare.

Ogni sessione, negli esperimenti 1 e 4, prevedeva quattro blocchi in cui era chiesto ai partecipanti di osservare sullo schermo le due immagini (bici-moto) che apparivano consecutivamente (intervallo interstimoli - ISI: 0.5) ed eseguire un compito a scelta forzata fra due intervalli (2-IFC) con il quale dovevano giudicare quale delle due immagini era più veloce, tramite la pressione di un tasto sulla tastiera.

Per evitare che i partecipanti utilizzassero la distanza percorsa dall'oggetto sullo schermo (o il tempo impiegato dall'oggetto per percorrere una distanza fissa) per giudicare quale dei due stimoli fosse più veloce, è stato attribuito un valore casuale alla distanza percorsa dall'oggetto (valore compreso tra -1 e 1 grado), in modo da rendere inaffidabile la posizione finale o il tempo e da costringere i partecipanti ad utilizzare la velocità effettiva per i loro giudizi.

Negli esperimenti 1 e 4 c'era uno *standard stimulus* (SS) che aveva una velocità fissa di $\sim 11,87^\circ/s$ nel blocco 1; $\sim 14,84^\circ/s$ nel blocco 2; $\sim 17,81^\circ/s$ nel blocco 3; $\sim 20,78^\circ/s$ nel blocco 4; e poi c'era un *comparison stimulus* (CS) che aveva sette diversi livelli di velocità che variavano tra $\sim 7,4^\circ/s$ e $\sim 16,3^\circ/s$ nel blocco 1; tra $\sim 10,4^\circ/s$ e $\sim 19,3^\circ/s$ nel blocco 2; tra $\sim 13,4^\circ/s$ e $\sim 22,26^\circ/s$ nel blocco 3; tra $\sim 16,32^\circ/s$ e $\sim 25,24^\circ/s$ nel blocco 4. Il passaggio tra i due livelli di velocità dello CS ($\sim 1,48^\circ/s$) era lo stesso in tutti i blocchi di entrambi gli esperimenti.

Nell'esperimento 1 il CS era la bici (veicolo tipicamente lento), nell'esperimento 4 era la moto (tipicamente veloce).

Nella metà dei trial appariva per primo il SS, nell'altra metà il CS, in maniera randomizzata.

I partecipanti hanno dunque eseguito un totale di 672 trials (7 livelli di velocità × 2 direzioni × 12 ripetizioni × 4 blocchi).

Nell'esperimento di controllo la procedura era molto simile a quella degli esperimenti 1 e 4. Dato che negli esperimenti 1 e 4 l'effetto della velocità non è risultata particolarmente consistente, è stato somministrato ai partecipanti un solo blocco, in cui la velocità dello SS era di 14.84°/s e la gamma di velocità dello SC variava tra ~ 10,4°/s e ~ 19,3°/s, con 7 diversi passaggi tra due livelli di velocità dello SC di ~ 1,48°/s.

Anche in questo caso sono stati formati due gruppi, uno di controllo all'esperimento 1 e uno di controllo all'esperimento 4.

1.2.2 Analisi dei dati

Negli esperimenti 1 e 4 è stato calcolato il numero di volte in cui il CS è stato percepito come più veloce dello SS. I dati sono stati poi fittati in una funzione logistica fornita da Palamedes toolbox (Prins & Kingdom, 2018):

$$P(C; \alpha, \beta, \gamma, \lambda) = \gamma + \frac{1 - \gamma - \lambda}{1 + e^{-\beta(C-\alpha)}}$$

in cui C è la differenza di velocità (Δv che è compreso fra $-\infty$ e $+\infty$); l'asintoto inferiore (γ) è stato impostato a 0,01, mentre l'asintoto superiore ($1 - \lambda$) è stato impostato a 0,99. Gli asintoti inferiore e superiore non sono stati impostati rispettivamente a 0 e a 1, perché negli esperimenti psicofisici, spesso, il calo di attenzione può influenzare le prestazioni individuali. I parametri α e β sono stati lasciati liberi. α è il livello "soglia" e si riferisce al PSE, cioè al valore lungo l'ascissa corrispondente al livello di Δv in cui la funzione raggiunge il picco massimo. β è un parametro di discriminazione spesso indicato come la "pendenza" della funzione. Il PSE indica il valore di Δv necessario per percepire lo CS della stessa velocità dello SS. Affinché i valori dei due esperimenti fossero comparabili, il segno del PSE nel primo esperimento è stato invertito.

Per l'analisi sono stati eseguiti modelli misti lineari (LMM) con il pacchetto R `packagem4` (Bates et al., 2015). Inoltre, è stato effettuato un *t-test a due code* per confrontare le medie dei parametri α con 0.

Se $\Delta v = 0$ non vi è un'illusione visiva di velocità.

Il PSE medio dei partecipanti era significativamente diverso da zero in tutti e 4 i blocchi e in entrambi gli esperimenti (come mostrato in *tabella 1.1*), e sembra anche esserci un leggero aumento del PSE all'aumentare della velocità (*grafico 1.1*). Anche il *t-test* è risultato significativo in entrambi gli esperimenti [esperimento 1: $t_{(19)} = 4.2$, $p < 0.001$, 95% CI (-0.7, -0.23), Cohen's $d = 0.94$; esperimento 2: $t_{(19)} = 3.3$, 95% CI (0.14, 0.64), $p = 0.003$, Cohen's $d = 0.75$].

	BLOCCO 1 (PSE)	BLOCCO 2 (PSE)	BLOCCO 3 (PSE)	BLOCCO 4 (PSE)	PENDENZA	R^2
ESP 1	-0.35	-0.48	-0.67	-0.34	-0.005	0.38
ESP 2	0.35	0.63	0.34	0.23	-0.022	0.4

Tabella 1.1: PSE medio dei partecipanti nei 4 blocchi, pendenza media della regressione lineare tra la velocità fisica di SS e PSE e R^2 medio, per entrambi gli esperimenti. Nell'esperimento 1 il CS era il veicolo tipicamente lento, nell'esperimento 4 era il veicolo tipicamente veloce. I valori medi negativi dei PSE indicano che la velocità del CS è stata giudicata uguale a quella del SS, quando era però fisicamente inferiore, viceversa per i valori medi positivi.

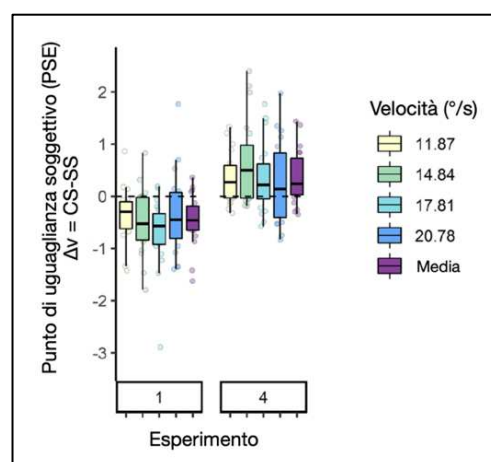


Grafico 1.1: valori dei PSE nell'esperimento 1 e 4 per ciascun partecipante (ogni punto corrisponde ad un partecipante) in ogni blocco e media complessiva. Nell'esperimento 1 il PSE medio è significativamente inferiore allo 0, nell'esperimento 4 è significativamente superiore. I limiti inferiore e superiore dei boxplot corrispondono al primo e al terzo quartile (25° e 75° percentile). Le linee in grassetto orizzontali forniscono i valori mediani della distribuzione.

1.2.3 Risultati

I dati suggeriscono che, nell'esperimento 1, dato il PSE significativamente minore di 0, la velocità fisica del veicolo lento atteso (CS) doveva essere diminuita per vedere i due veicoli muoversi alla stessa velocità percepita. Nell'esperimento 4, dato il PSE significativamente più alto di 0, la velocità del veicolo veloce atteso (CS) doveva essere aumentata per vederlo alla stessa velocità del veicolo lento atteso. Se ne deduce che nel primo esperimento i partecipanti hanno sovrastimato la velocità del veicolo lento atteso quando dovevano confrontare la sua velocità con un veicolo veloce atteso; nel quarto invece hanno sottostimato la velocità del veicolo veloce atteso quando dovevano confrontare la sua velocità con un veicolo lento atteso.

Un'ulteriore risultato che è possibile ricavare da questa analisi deriva dalla relazione fra il PSE e le diverse velocità fisiche utilizzate per il SS. Calcolando la pendenza della funzione lineare ricavata da questa relazione, si ottiene che la pendenza non era diversa da 0 in modo significativo né nell'esperimento 1 (-0,005), né nell'esperimento 4 (-0,022). Sembra quindi non esserci un effetto particolarmente significativo dell'aumento della velocità fisica dello stimolo sul PSE.

I risultati ottenuti con l'utilizzo degli stimoli con *gabors* confermano ciò che abbiamo riscontrato negli esperimenti precedenti (*grafico 1.2*).

Nel controllo di 1 il PSE era significativamente inferiore allo 0 (PSE medio = - 0.14; $t_{(19)} = 2.14$; $p = 0.046$; 95% CI (- 0.27, - 0.003); Cohen's $d = 0.47$): ciò significa che la velocità del veicolo tipicamente lento (CS) doveva essere ridotta affinché fosse percepita uguale a quella del veicolo tipicamente veloce (SS).

Nel controllo di 4 il PSE era significativamente superiore allo 0 (PSE medio = - 0.23; $t_{(19)} = 2.59$; $p = 0.018$; 95% CI (- 0.42, - 0.044); Cohen's $d = 0.57$): quindi la velocità del veicolo tipicamente veloce (CS) doveva essere aumentata per essere percepita uguale a quella del veicolo tipicamente lento (SS).

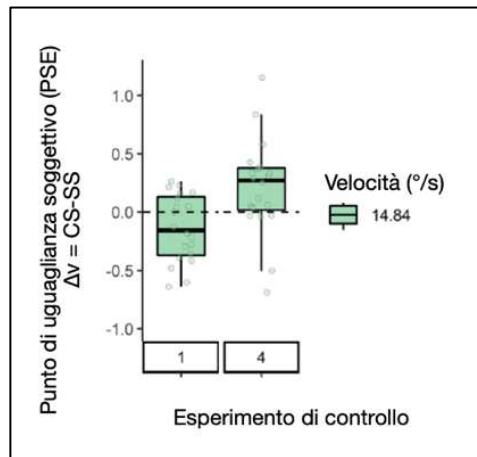


Grafico 1.2: valori dei PSE nell'esperimento di controllo per 1 e 4 per ciascun partecipante (ogni punto corrisponde ad un partecipante). Nell'esperimento di controllo per 1 il PSE medio è significativamente inferiore allo 0, nell'esperimento di controllo per 4 è significativamente superiore. I limiti inferiore e superiore dei boxplot corrispondono al primo e al terzo quartile (25° e 75° percentile). Le linee in grassetto orizzontali forniscono i valori mediani della distribuzione

1.3 Discussioni allo studio “*Probing the effect of the expected-speed violation illusion*”

Riassumendo, ciò che emerge dal presente studio è che la bici, veicolo che ci aspettavamo essere lento, è stato percepito più veloce in confronto alla moto, veicolo che ci aspettavamo essere più veloce, quando si muovevano entrambe alla medesima velocità fisica. Questa illusione è stata riscontrata a diverse velocità anche se non c'è stata una correlazione consistente fra l'illusione e i diversi valori della velocità.

Questo risultato è stato confermato anche dall'esperimento di controllo con le immagini riprodotte con le “*gabor patches*”, appositamente usate per controllare l'influenza di alcune caratteristiche visive degli stimoli.

I dati sembrano dunque sostenere l'ipotesi che si verifichi una violazione strutturale dell'aspettativa quando il veicolo tipicamente lento e quello tipicamente veloce vanno alla stessa velocità, tanto da influenzare la percezione a tal punto che l'osservatore percepisce il veicolo tipicamente lento come più veloce. Infatti, è stato necessario ridurre la velocità della bici per far sì che i partecipanti la percepissero muoversi alla stessa velocità della moto. Questa illusione percettiva, simile alla SWI, è stata denominata dal gruppo di ricerca “*Expected-speed violation illusion*” (*ESVI*) e sembra contrapporsi alla teoria dell'osservatore bayesiano che avrebbe dovuto percepire la moto più veloce della bici, quando esse si muovevano alla medesima velocità.

Tuttavia, è impossibile controllare tutte le variabili che intervengono nella percezione visiva di uno stimolo, perciò non si può escludere che i partecipanti alla ricerca siano stati influenzati da altre caratteristiche oltre che dalle loro aspettative di velocità. Un fattore che ad esempio non è stato tenuto in considerazione nello studio di Battaglini e colleghi (2021) è la velocità reale dei veicoli presentati nei compiti e che potrebbe avere un ulteriore ruolo nella costruzione delle aspettative strutturali dei soggetti.

Wei e Stocker (2015) hanno ipotizzato un nuovo modello di osservatore bayesiano che possa rendere conto dei comportamenti percettivi: la percezione viene influenzata dalle conoscenze ed esperienze pregresse ma anche dalla rappresentazione efficiente dell'input sensoriale. La codifica efficiente di uno stimolo è limitata e soggetta a bias percettivi, che riguardano sia l'interpretazione, che può essere distorta da un effetto che gli autori chiamano repulsione di verosimiglianza (ne sono un esempio l'ESVI o la SWI), sia il grado di incertezza di uno stimolo, indotto da un rumore interno o esterno.

In conclusione, nonostante i limiti sopra citati, ciò che è certo, coerentemente con l'obiettivo di questo studio, è che il significato simbolico di bassa e alta velocità, e le aspettative che ne derivano, hanno un effetto significativo sulla percezione della velocità. A questo punto, nei prossimi capitoli di questo elaborato, sarà indagato se il significato simbolico di bassa e alta velocità può modulare anche la percezione del tempo e dello spazio, dato il ruolo della relazione fra queste tre grandezze nella percezione e stima del movimento.

Si può fare un esempio tratto dalla vita reale: quando dobbiamo attraversare la strada, il fatto che un veicolo sia tipicamente lento o tipicamente veloce, influenzerà la percezione della sua velocità; di conseguenza, nel momento in cui dovremo attraversare la strada, utilizzeremo questo dato per stimare il tempo che tale veicolo impiegherà nel percorrere la distanza che ci separa da esso, evitando in questo modo la collisione.

CAPITOLO II: Effetto del significato simbolico della velocità sulla percezione del tempo

Proprio come la velocità, anche il tempo ha una dimensione soggettiva. Infatti, anche se le persone sono consapevoli di dover fare attenzione al tempo nella vita quotidiana, la sua percezione può essere modificata da fattori sia interni che esterni. Ad esempio: se dovessimo fare una presentazione di un'ora, prepareremmo un discorso apposito in base al tempo che abbiamo a disposizione e, quando esporremo, terremo d'occhio l'orologio per rispettare l'orario. Chi ascolterà però la presentazione, potrebbe essere molto interessato all'argomento oppure no, potrebbe essere stanco o di fretta, potrebbe essere infastidito dalla nostra voce o dal modo che abbiamo di esporre e così via. La percezione che gli ascoltatori avranno dello scorrere di quell'ora sarà quindi influenzata da tutti questi fattori, più o meno consciamente.

La nostra percezione del passare del tempo è dunque molto relativa, spesso inconscia e guidata da processi impliciti.

2.1 Tempo e percezione

Sin dall'antichità, lo studio della percezione del tempo è sempre stato argomento di interesse di filosofi e psicologi e costituisce tutt'ora un campo di ricerca ampiamente indagato. Infatti, la definizione che può dare un fisico del tempo come misura del movimento della terra nello spazio, risulta giusta, ma sicuramente incompleta. Per quanto sia possibile incasellare il tempo in ore, minuti e secondi, come queste unità vengono percepite dipende da una moltitudine di elementi che appartengono anche ad una dimensione soggettiva e imprescindibile dell'esperienza temporale (Gilliland, Hofeld, & Eckstrand, 1946).

Non esiste ancora una teoria unitaria che riesca a spiegare come avvenga la percezione del tempo, nonostante i numerosi studi ed esperimenti condotti sull'argomento; i fattori da considerare sono molti ed è difficile tenerli tutti in considerazione.

La maggior parte dei modelli sulla percezione del tempo si basano su memoria e attenzione (Lejeune, 1998). Uno dei primi è quello di Ornstein (1975) che ha elaborato il modello "*storage-size*": la durata soggettiva è un sottoprodotto dell'elaborazione dell'informazione atemporale e deriva dalla quantità e complessità dell'informazione

immagazzinata nella memoria. Gli eventi che occupano meno “spazio” in memoria sono percepiti come più brevi di quelli che occupano più spazio e la durata soggettiva di un evento diminuisce se le informazioni non temporali possono essere organizzate (ad esempio se le parole di una serie possono essere strutturate in categorie diverse). Dunque, secondo questo modello, il tempo soggettivo è strettamente legato agli elementi non temporali immagazzinati in memoria, la cui elaborazione contribuisce alla stima e alla percezione del tempo.

Thomas e Weaver (1975) hanno proposto un *modello attenzionale* della percezione del tempo, secondo il quale le risorse attenzionali sono limitate e condivise tra due processori, ossia un timer (che elabora le informazioni relative al tempo) e un elaboratore dello stimolo (che si concentra sulle altre informazioni, ad esempio quelle visive) che funzionano in parallelo. Questo modello prevede che la durata soggettiva sarà direttamente correlata all'attenzione prestata agli output di entrambi i processori. Ne consegue che se l'attenzione viene distolta dal timer, alcune informazioni temporali vengono perse, portando ad una dispercezione della durata oggettiva di un evento.

Nel 1989 Zakay propone un ampliamento del modello attenzionale, il “*resource allocation model (RAM)*”: anch'esso prevede una limitata capacità attenzionale che viene allocata alle informazioni in entrata e analizzata da due processori: un timer cognitivo che accumula unità di tempo soggettive (STU) nella memoria di lavoro o a breve termine e un processore di informazioni non temporali, il quale si occupa di memorizzare la tipologia di informazioni che riflettono i cambiamenti significativi che si verificano durante un intervallo, la quantità di informazioni elaborate e la profondità dell'elaborazione in memoria, anche in quella a lungo termine. Questo modello prevede che la dimensione della memorizzazione delle informazioni non temporali, il numero di STU memorizzate, è direttamente correlata alla quantità di attenzione assegnata ai rispettivi processori.

Il modello storage e i modelli attenzionali sono modelli contrapposti: il primo si basa sulla memoria e considera la durata soggettiva di un evento un sottoprodotto dell'elaborazione generale delle informazioni; i modelli basati sull'attenzione sottolineano la necessità di uno specifico dispositivo di temporizzazione, innescato dall'attenzione prestata a informazioni temporalmente significative.

Da questi modelli derivano poi molte varianti; in particolare, ai fini di questo elaborato, descriverò il *temporal information processing (TIP)* di Church (1984) associato alla *Scalar Expectancy Theory (SET)* di Gibbon, Church e Meck (1984), modelli accreditati sulla percezione del tempo e che sono il riferimento teorico degli studi che analizzerò successivamente.

Gli studi sul *temporal information processing (TIP)* si basano sull'assunto che la percezione temporale soggettiva non è una funzione lineare del tempo oggettivo (definito *clock time*), ma, anzi, si configura come una serie di deviazioni dall'esatto modello temporale. Il TIP prevede tre componenti interagenti: un orologio interno (temporizzazione), i depositi di memoria (memorizzazione) e un processo decisionale (produzione di una risposta). L'orologio interno consiste in una sorta di pacemaker interno, il quale genera degli impulsi che vengono trasferiti ad un accumulatore tramite un interruttore, che opera in base alle informazioni temporali significative che arrivano dall'esterno. A livello dei depositi di memoria si trovano la memoria di lavoro e la memoria a lungo termine. Il processo decisionale, dal quale si giunge ad un giudizio sulla percezione di durata esperita, avviene confrontando il numero totale di impulsi accumulati ed elaborati nella memoria di lavoro, con le rappresentazioni di esperienze passate simili contenute nella memoria a lungo termine. La *Scalar Expectancy Theory (SET)* è una versione matematica o quantitativa del TIP e presuppone l'esistenza del tempo scalare, un modello che descrive le proprietà formali dei processi cognitivi che operano quando un organismo si confronta con un compito di temporizzazione. Dunque, la SET propone l'esistenza di un orologio interno che si configura come un meccanismo pacemaker-accumulatore. La percezione della durata dipenderà dalla quantità di impulsi accumulati, elaborati nella memoria di lavoro e comparati con le aspettative di durata derivanti dalle esperienze passate. Inoltre, la SET prevede la possibile interferenza di imprecisioni nella temporizzazione che possono avvenire ad ogni livello del processo: la frequenza del pacemaker può essere più o meno lenta, l'interruttore può essere più o meno veloce, possono entrare in gioco l'attenzione (come teorizzato nel *Attentional Gate Model (AGM)* di Zakay e Block, 1995), la quantità di eventi avvenuti in quel lasso di tempo o il contenuto emotivo di tali eventi (Grondin, 2010), oppure le caratteristiche dello stimolo di cui si deve stimare la durata. Riguardo quest'ultimo punto, presupponendo dunque che la memoria e le aspettative rispetto ad un processo di temporizzazione giocano un ruolo

importante nella percezione della durata, è giusto interrogarsi se anche il significato simbolico di un oggetto, che, come precedentemente descritto nel primo capitolo è una variabile da tenere in considerazione nell'ambito della percezione, può anch'esso influenzare la stima di una durata temporale.

Diversi studi hanno indagato a livello sperimentale alcuni fattori e proprietà degli stimoli che possono influenzare la percezione temporale. Ad esempio, Brown (1995) ha dimostrato che la durata temporale di uno stimolo in movimento veniva giudicata maggiore rispetto alla condizione di staticità. Casini e Macar (1997) hanno osservato che anche l'intensità degli stimoli visivi influenza la percezione della durata temporale: durante la presentazione dello stimolo, più tardi si verificava un incremento dell'intensità, più la durata temporale tendeva ad essere giudicata breve. Xuan e colleghi (2007) hanno condotto una ricerca in cui è stato chiesto ai partecipanti di giudicare degli stimoli con quattro tipi di informazioni non temporali sulla grandezza, attraverso paradigmi simili a quello di Stroop. I risultati hanno rivelato che gli stimoli con grandezze non temporali maggiori sono stati giudicati temporalmente più lunghi. Le grandezze prese in considerazione erano il numero di punti che componeva lo stimolo, la dimensione di quadrati aperti, la luminanza di quadrati pieni e il valore numerico delle cifre. Per quanto riguarda il valore numerico, anche Oliveri e colleghi (2008) hanno condotto una ricerca in cui è stato utilizzato un compito di confronto temporale: i partecipanti dovevano determinare se una cifra (ad esempio, 1 o 9) era stata presentata per un intervallo di tempo più breve o più lungo rispetto ad una cifra di riferimento (sempre la cifra 5). Dai risultati è emerso che i numeri piccoli (ad esempio, 1 e 2) fanno propendere la stima verso una durata breve, mentre i numeri grandi (ad esempio, 8 e 9) fanno propendere la stima verso una durata lunga. In un ulteriore studio di Vagia, Orfanidou e Vatakis, (2013) sono state utilizzate come stimoli delle parole che richiamavano la lunga durata (ad esempio "anno") o la breve durata (ad esempio: "velocemente"): l'elaborazione semantica delle parole che riguardavano la lunga durata richiedeva più tempo rispetto a quelle che riguardavano la breve durata.

Tutti questi risultati supportano l'idea che anche il significato attribuito ad un oggetto possa modulare la percezione del tempo. Uno studio interessante è stato condotto da Droit-Volet (2016) che ha indagato l'effetto delle emozioni sul tempo implicito. Ai

partecipanti sono state presentate immagini di volti, che esprimevano emozioni diverse (rabbia, tristezza e neutralità), che apparivano su uno schermo nell'intervallo fra due stimoli uditivi. Il loro compito era di premere un tasto il più velocemente possibile quando sentivano il secondo suono. Ciò che è emerso è che il tempo di risposta (RT) era più breve quando nell'intervallo era stata proiettato un volto di rabbia o triste rispetto ad uno neutro. Questo è probabilmente dovuto al fatto che un volto arrabbiato o triste siano più salienti rispetto ad un volto neutro e che ci portino ad una maggiore attivazione per produrre una risposta veloce e adeguata alla situazione (attacco, fuga, empatia, etc.) nella vita quotidiana. Questa maggiore attivazione si riflette nel compito sperimentale traducendosi in migliori tempi di risposta allo stimolo *target*. Dunque, possiamo sostenere l'ipotesi che il significato simbolico di uno stimolo emotivo influenza la percezione del tempo.

Ai fini del mio elaborato, prenderò in considerazione la relazione fra significato simbolico di velocità e percezione del tempo.

Nel primo capitolo ho mostrato come la percezione di velocità sia influenzata dal significato simbolico di velocità. Poiché il movimento è frutto dall'interazione fra velocità, spazio e tempo, esiste un principio fisico tale per cui a distanza costante, una destinazione viene raggiunta in un tempo più breve, se la velocità del movimento è maggiore (Bonnet, 1967; Matsuda, 1974). Data però la dimensione soggettiva di tutte e tre le grandezze implicate in questa relazione e le evidenze sul significato simbolico, è possibile ipotizzare che il significato simbolico della velocità di un oggetto possa influenzare anche la percezione del tempo.

2.2 Un paradigma per la valutazione del tempo implicito: il TTC

Un paradigma utile che può essere utilizzato per indagare il significato simbolico in relazione al tempo è la stima del tempo di collisione o "*time to contact (TTC)*". La stima del TTC è un paradigma temporale implicito e richiede una complessa analisi che comprende la percezione del tempo, l'estrapolazione del movimento di uno stimolo e il tracciamento dello stimolo quando è occluso.

In molte situazioni di vita quotidiana è utile e necessario prevedere quando un oggetto in movimento raggiungerà un determinato obiettivo, anche se tale oggetto è parzialmente o

interamente nascosto da un occlusore. Questo perché si deve calcolare il tempo a disposizione per mettere in atto una risposta, spesso difensiva o evitante. Ad esempio, per evitare un incidente durante la guida, è importante stimare correttamente il tempo di ricomparsa di un veicolo in strada che passa dietro a un camion.

In studi psicofisici viene tipicamente utilizzato il “*prediction-motion task*” (Tresilian, 1995) per studiare questo fenomeno: dopo aver visto la parte iniziale della traiettoria di un oggetto prima dell'occlusione, ai partecipanti viene chiesto di stimare quando tale oggetto arriverebbe ad un dato punto di intercettazione. Tutto ciò avviene manipolando delle variabili relative al movimento dell'oggetto (come velocità, distanza di occlusione e/o durata). Ciò che viene chiesto ai soggetti è quindi una stima del *time to contact (TTC)* ossia del tempo che intercorre fra il momento di sparizione del *target* ed il presunto momento di contatto indicato da un *cue* (Battaglini, Campana, & Casco, 2013), indipendentemente dal fatto che l'effettivo contatto fisico si verifichi o meno. Gli osservatori devono quindi estrapolare il movimento del *target* occluso e prevedere la sua posizione futura in base alla velocità del *target* in movimento (Battaglini & Casco, 2016). Diversi studi hanno indagato il rapporto fra il TTC effettivo e il TTC stimato, dimostrando che la loro relazione non è lineare (Sokolov & Pavlova, 2003). Proprio come la velocità e il tempo, di cui si riconoscono le loro dimensioni soggettive, anche il TTC può essere influenzato da una serie di fattori che ne alterano la percezione. Sokolov e Pavlova, ad esempio, hanno fatto delle ricerche sulle dimensioni, trovando che il TTC di stimoli piccoli era percepito più breve rispetto a quello di stimoli grandi. Lo stesso hanno fatto Battaglini e colleghi (2013) usando un rettangolo grande ed uno piccolo: anche qui il TTC dello stimolo piccolo veniva percepito come più breve rispetto a quello grande. In questi studi gli stimoli avevano un moto rettilineo; DeLucia e Warren, (1994), avevano ottenuto risultati diversi con stimoli in movimento di avvicinamento: gli stimoli grandi risultavano avere un TTC minore rispetto a quelli piccoli. Dunque, anche il movimento dello stimolo è un fattore da tenere in considerazione così come la durata dell'occlusione, la massa implicita, uno sfondo statico o dinamico, la presenza di distrattori nel campo visivo e tanti altri (Makin, Stewart, & Poliakoff, 2009; Vicovaro, Noventa, & Battaglini, 2019; Bennett et al., 2010; Battaglini, Contemori, Maniglia e Casco, 2016).

Un'ulteriore variabile che non si può non considerare quando si indaga il TTC è il significato simbolico. Vagnoni, Lourenco e Longo (2012) hanno indagato se il significato emotivo di uno stimolo visivo “incombente” influisce sul TTC attraverso compiti di *prediction of motion* (con moto di avvicinamento). Gli stimoli utilizzati erano fotografie di animali, comunemente percepiti come minacciosi (serpenti e ragni) o non minacciosi (farfalle e conigli). Ai partecipanti è stato chiesto di immaginare che ogni stimolo continuasse ad avvicinarsi dopo che era scomparso e di giudicare, premendo un pulsante con la mano destra, il preciso momento in cui si sarebbe scontrato con loro. I risultati ottenuti sono stati che gli stimoli minacciosi sono stati giudicati in collisione prima degli stimoli non minacciosi; quindi, il TTC è stato sottovalutato per stimoli con significato di minaccia (serpenti e ragni) rispetto a stimoli con significato di non minaccia (farfalle e conigli). Inoltre, l'entità di questo effetto è correlata alla paura auto-riferita e quindi al significato che ogni stimolo ha per ciascun partecipante. Questo studio, perciò, dimostra che il significato simbolico di minaccia e non minaccia può modulare la percezione del TTC e quindi la stima del tempo implicito.

Lo studio di Battaglini e Mioni (2019), che nel prossimo paragrafo analizzerò nel dettaglio, va ad indagare l'effetto del significato simbolico di alta e bassa velocità sul TTC.

2.3 “The effect of symbolic meaning of speed on time to contact”

L'obiettivo dello studio di Battaglini e Mioni (2019), “*The effect of symbolic meaning of speed on time to contact*”, è quello di indagare se il significato simbolico di velocità influenza stime temporali implicite, attraverso compiti di *prediction of motion* (in moto traslazionale) volti alla valutazione del TTC (che non richiedono alcun giudizio temporale evidente). Prima però riporterò le evidenze ottenute da Mioni, Zakay e Grondin (2015) nello studio “*Faster is briefer: The symbolic meaning of speed influences time perception*”, in cui gli sperimentatori si sono interrogati se e a quale livello del processo di temporizzazione agisce il significato simbolico della velocità. Ciò è stato indagato attraverso un compito di temporizzazione esplicita in cui ai partecipanti si chiede una valutazione attiva del tempo. I soggetti hanno eseguito un “*bisection task*” al computer: dopo essersi allenati con due durate standard (400 ms e 1600 ms), gli è stato chiesto di

giudicare se le durate successive erano più simili alla durata breve o alla durata lunga. Gli stimoli utilizzati sono stati la bicicletta e la moto, gli stessi usati negli esperimenti condotti sulla velocità e che rappresentano rispettivamente l'idea di bassa e alta velocità. Le ipotesi di partenza erano due: se il significato simbolico agisce sul pacemaker interno, lo stimolo "veloce" produce una maggior quantità di impulsi e ciò ci porterebbe a percepirlo di durata maggiore rispetto allo stimolo "lento". Al contrario, essendo il significato simbolico una rappresentazione immagazzinata nella nostra memoria di una caratteristica stabile e duratura dello stimolo, esso potrebbe agire a livello della memoria semantica; ciò porterebbe a percepire la durata dello stimolo "veloce" minore rispetto allo stimolo "lento", perché è questo ciò che siamo abituati ad esperire. I risultati hanno mostrato che: 1) il significato simbolico di velocità ha avuto un effetto significativo sulla percezione della durata; 2) la durata percepita della moto è stata percepita minore rispetto quella della bicicletta, accreditando dunque l'ipotesi che il significato simbolico agisce sulla memoria, la quale è quindi implicata nell'elaborazione delle informazioni temporali; 3) questo effetto si è verificato solo quando lo stimolo era presentato per un intervallo di tempo più lungo (questo risultato insolito verrà ripreso e approfondito nelle conclusioni di questo capitolo).

Sulla linea di questi risultati, Battaglini e Mioni (2019) hanno ipotizzato che il TTC di uno stimolo con il significato simbolico di alta velocità possa essere più breve rispetto al TTC di uno stimolo con il significato simbolico di bassa velocità. Inoltre, hanno condotto un esperimento di controllo per verificare se il significato simbolico influenzasse effettivamente il TTC e non la traiettoria visibile (prima dell'occlusione).

2.3.1 Metodo

Partecipanti

Hanno preso parte alla ricerca 72 studenti dell'Università di Padova e sono stati divisi in 7 gruppi. Ogni gruppo avrebbe partecipato ad una differente variante dell'esperimento. Ai fini della nostra analisi prenderemo in considerazione l'esperimento 1 (che mira a verificare l'ipotesi), a cui hanno partecipato 10 maschi e 8 femmine fra i 19 e 33 anni (età media 24 anni e $SD = 4$) e l'esperimento di controllo, a cui hanno partecipato 3 maschi e 15 femmine fra i 19 e i 24 anni (età media 22 e $SD = 2$).

Tutti i partecipanti erano a conoscenza dello scopo degli esperimenti, hanno dato il consenso informato secondo la Dichiarazione di Helsinki e hanno ricevuto l'approvazione etica dall'Università di Padova prima del loro coinvolgimento.

Tutti i soggetti avevano un'acutezza visiva normale o corretta a normale.

Stimoli

Gli stimoli sono stati generati con MATLAB e Psychophysics Toolbox (Brainard & Vision, 1997; Pelli & Vision, 1997) e sono stati visualizzati su un monitor LCD Asus da 19 pollici con una frequenza di aggiornamento di 60 Hz. La risoluzione dello schermo era di 1600×1200 pixel. La luminanza massima era di 120 cd/m² (sfondo bianco) e la luminanza minima di 1 cd/m². I tipi di veicoli utilizzati come stimoli sono stati gli stessi dell'esperimento 1 e 4 dello studio "*Probing the effect of the expected-speed violation illusion*" di Battaglini e colleghi (2021) ossia le immagini statiche in bianco e nero di una bicicletta, significato simbolico di bassa velocità, e di una moto, significato simbolico di alta velocità, guidate da un ciclista e un motociclista, su sfondo bianco.

Sia la bicicletta che la moto erano lunghe 5.5° e si muovevano all'interno di un rettangolo invisibile di $5.5 \times 4.125^\circ$ in modo traslazionale e ad una velocità costante in linea retta verso destra o verso sinistra. Dopo 9.5° lo stimolo scompariva completamente dietro un occlusore invisibile lungo 11° . Una sottile linea nera verticale (0.6° di spessore) rappresentava la fine dell'occlusore. La velocità variava da un trial all'altro in quattro livelli: 3.5, 7, 10.5, 14 °/s con la corrispondente durata dell'occlusione (TTC effettivo) di 3.14, 1.57, 1.05, 0.79 s. Maggiore è la velocità dello stimolo, minore è il TTC effettivo.

Procedura dell'esperimento 1

I soggetti erano seduti in una stanza buia ad una distanza di 57 cm dallo schermo; la visione era binoculare. I partecipanti osservavano la bici o la moto apparire a destra o a sinistra dello schermo, muoversi verso il centro dello schermo e sparire in maniera molto fluida dietro all'occlusore invisibile. Ai soggetti, avvertiti esplicitamente che la velocità dello stimolo sarebbe rimasta costante anche dietro all'occlusore, è stato chiesto di premere un pulsante quando ritenevano che il bordo anteriore del *target* (quindi la punta della ruota o dello pneumatico) avrebbe toccato la linea nera (*figura 2.1*). Lo stimolo poi non riappariva.

L'intervallo tra le prove era di 1000 ms dalla pressione del tasto.

I partecipanti hanno eseguito quattro blocchi e ogni blocco consisteva in 320 prove randomizzate: 2 immagini (bicicletta e moto) \times 2 direzioni \times 4 durate di occlusione \times 20 ripetizioni.

Non è stato fornito alcun feedback.

Non c'era alcun punto di fissazione.

Ogni blocco sperimentale è stato preceduto da 20 prove pratiche senza feedback.

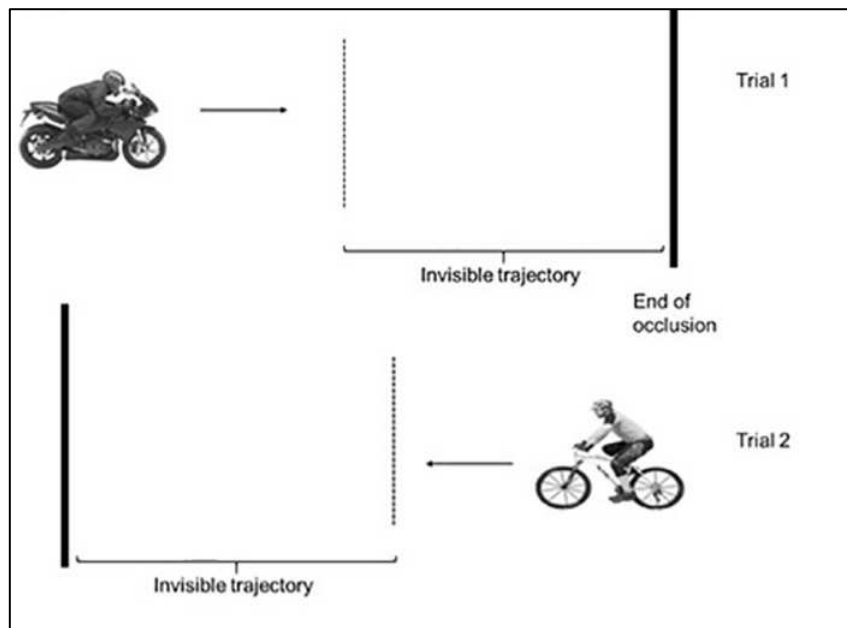


Figura 2.1: moto e bici utilizzate nei trial del compito sul TTC

Procedura dell'esperimento di controllo

I partecipanti a questo esperimento erano sempre seduti in una stanza buia ad una distanza di 57 cm dallo schermo e la visione era binoculare. Hanno eseguito tre blocchi in cui era chiesto loro di giudicare in un compito a scelta forzata a due intervalli, quale delle due immagini presentate (sempre bici e moto) si muoveva più velocemente, premendo un tasto sulla tastiera. Le caratteristiche degli stimoli utilizzati nell'esperimento 1 e nell'esperimento di controllo erano le stesse. La prima immagine compariva a destra o sinistra dello schermo, si muoveva verso il centro per poi scomparire dietro un occlusore invisibile. In questo caso però non era presente la linea nera che segnalava la fine dell'occlusione. Ai soggetti era dunque chiesto di valutare la velocità della traiettoria visibile. Dopo 0,5 s dalla sparizione appariva la seconda immagine, che percorreva lo

stesso tragitto alla stessa velocità del primo stimolo. Quindi la velocità di bici e moto in ogni trial era la stessa (3.5, 7, 10.5 o 14 °/s) ma di questo i partecipanti non ne erano a conoscenza.

2.3.2 Analisi dei dati e risultati

Nell'esperimento 1 è stato analizzato il TTC medio (tempo impiegato dallo stimolo dalla sua comparsa fino alla pressione del pulsante – tempo in cui lo stimolo ha percorso la traiettoria visibile) con un'analisi della varianza a tre misure ripetute (ANOVA), con l'*immagine* (bicicletta vs. moto), la *direzione* (sinistra vs. destra) e la *durata dell'occlusione* (3.14, 1.57, 1.05, 0.79 s) come fattori. L'analisi ha mostrato un effetto significativo per la durata dell'occlusione ($F_{(1,144,19,44)} = 237.17, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.93$) e per la direzione ($F_{(1,17)} = 0.7, p = 0.41, \eta_p^2 = 0.04$); inoltre è risultata significativa l'interazione figura \times durata dell'occlusione ($F_{(2,165,36,81)} = 6.4, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.27$).

La *tabella 2.1* mostra le medie e le deviazioni standard in funzione dello stimolo presentato e della durata dell'occlusione; il *grafico 2.1* mostra invece il TTC medio in funzione della velocità (e quindi della durata dell'occlusione = 3.14, 1.57, 1.05 e 0.79 s) e delle immagini (bicicletta, motocicletta).

Nel confronto post hoc dell'esperimento 1 è stato eseguito il *t-test corretto da Bonferroni*, e ha rivelato che con una lunga durata dell'occlusione (ossia con un TTC effettivo di 3.14 s) il TTC stimato con la bicicletta era più lungo del TTC stimato con una moto ($t_{(17)} = 2.88, p_{corr} < 0.01, \text{Cohen's } d = 0.14$) mentre quando la durata effettiva dell'occlusione era di 1,57 s il risultato era opposto ma non raggiungeva la significatività statistica ad $\alpha = 0,05$: il TTC più lungo è stato ottenuto con la moto ($t_{(17)} = 2.34, p_{corr} < 0.09, \text{Cohen's } d = 0.11$).

Nell'esperimento di controllo è stato eseguito un *t-test a due code* (in cui è stato applicato Bonferroni per il numero di confronti) per confrontare la percentuale di "veicolo tipicamente veloce visto come più veloce" (la direzione è stata mediata) con il livello casuale (0,5) a ogni livello di velocità utilizzato. L'obiettivo era capire se c'era una illusione di velocità nella traiettoria visibile (che poi si ripercuoteva sulla stima del TTC)

oppure se l'effetto del significato simbolico agiva su quella invisibile (quindi direttamente sulla stima del TTC). La percentuale di “veicolo tipicamente veloce visto come più veloce” nella traiettoria visibile non ha raggiunto la significatività.

	DURATA OCCLUSIONE = 3.14	DURATA OCCLUSIONE = 1.57	DURATA OCCLUSIONE = 1.05	DURATA OCCLUSIONE = 0,79
	Media (SD)	Media (SD)	Media (SD)	Media (SD)
BICI	2.32 (0.58)	1.37 (0.38)	0.97 (0.27)	0.75 (0.23)
MOTO	2.26 (0.56)	1.40 (0.39)	0.96 (0.28)	0.72 (0.22)

Tabella 2.1: medie e le deviazioni standard in funzione dello stimolo presentato e della durata dell'occlusione

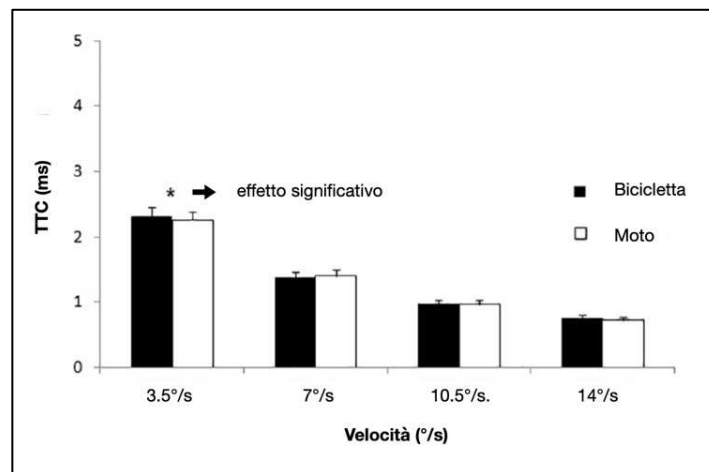


Grafico 2.1: TTC medio in funzione della velocità e delle immagini

2.3 Discussioni allo studio “*The effect of symbolic meaning of speed on time to contact*”

L’ipotesi vagliata tramite l’esperimento 1, per cui stimoli con significato simbolico di alta velocità portino ad un TTC più breve rispetto a stimoli con significato simbolico di bassa velocità, sembra dunque essere valida ma solo quando la velocità del loro movimento è di 3.5°/s ossia quando il TTC effettivo è maggiore (3.14 s).

Nell’esperimento di controllo la percentuale di “veicolo veloce visto come più veloce” durante la traiettoria visibile non era mai diversa dal livello casuale.

I risultati dell'esperimento 1 dello studio "*The effect of symbolic meaning of speed on time to contact*" sembrano rispecchiare quelli ottenuti da Mioni, Zakay e Grondin (2015) in "*Faster is briefer: The symbolic meaning of speed influences time perception*" in cui la durata percepita della moto era minore rispetto a quella della bicicletta, ma solo quando lo stimolo era presentato per un intervallo di tempo più lungo.

Ciò ha portato gli sperimentatori alla conclusione che il significato simbolico della velocità modula la percezione del tempo, ma affinché ciò avvenga probabilmente deve esserci un'elaborazione cognitiva profonda dell'oggetto; questo giustificherebbe la mancanza di effetto significativo quando abbiamo un intervallo di tempo troppo breve, che non consente una sufficiente analisi semantica dello stimolo.

Per quanto riguarda l'esperimento di controllo, l'obiettivo era quello di verificare che l'effetto del significato simbolico sul TTC non fosse dovuto ad una mispercezione di velocità durante la traiettoria visibile, che avrebbe potuto alterarne la stima. I risultati però non hanno riscontrato una differenza significativa fra la percezione di velocità di bici e moto. Dati però i risultati ottenuti nell'esperimento 1, una possibile spiegazione è che l'effetto venga elicitato durante il compito di temporizzazione implicita (stima del TTC). Nello studio di Battaglini e colleghi (2013) era stato dimostrato che la velocità illusoria viene mantenuta nella memoria durante il movimento invisibile. Perciò, come sostiene lo studio di Firestone e Scholl (2014), è possibile che l'elaborazione semantica non influisca sulla percezione diretta della velocità ma piuttosto sulla memoria di velocità, a cui è necessario attingere mentre lo stimolo *target* è occluso.

Un'altra possibile spiegazione è che l'assenza di una differenza significativa tra bici e moto può essere dovuta alla durata effettiva della traiettoria visibile utilizzata: si potrebbe ipotizzare che era troppo breve per consentire un'adeguata elaborazione semantica e ciò ha portato i partecipanti a rispondere casualmente al compito. Oppure è anche plausibile che in un così breve intervallo di tempo, oltre al significato simbolico altre caratteristiche degli stimoli abbiano interferito con il compito. Ad esempio, secondo il *principio di trasposizione* (Brown, 1931; Epstein, 1978) un oggetto più piccolo è percepito come più veloce. In questo caso, la bicicletta era lo stimolo tipicamente lento ma era anche quello più "sottile" e questo, similmente al principio di trasposizione, potrebbe portare a percepirlo come più veloce, creando confusione nell'osservatore.

Lo studio di Battaglini e colleghi (2021), analizzato nel primo capitolo, che ha indagato specificatamente l'effetto del significato simbolico della velocità in relazione alla percezione di velocità, ha ottenuto invece dei risultati significativi, utilizzando gli stessi stimoli ma diverse velocità e una distanza percorsa maggiore (15°); il che ci fa pensare che il significato simbolico influenzi in qualche modo la traiettoria visibile e poi viene elicitato in quella invisibile. Ciò potrebbe parzialmente mettere in discussione i risultati dello studio di Battaglini e Mioni (2019) sul TTC, perlomeno dell'esperimento di controllo.

In conclusione, ciò che emerge da questo studio è che il significato simbolico della alta e bassa velocità ha un effetto sul TTC. Inoltre, anche alla luce delle conclusioni di Battaglini e colleghi 2021, possiamo ritenere che l'effetto del significato simbolico della velocità influenzi anche la velocità percepita. Essendo la velocità una caratteristica chiave nella percezione della durata di uno stimolo, possiamo avvalorare l'ipotesi per cui il significato simbolico della velocità sia effettivamente un'importante componente della percezione tempo e, complessivamente, del movimento.

A questo punto, riprendendo la relazione $Velocità = \frac{distanza\ percorsa}{tempo\ impiegato}$, il prossimo capitolo sarà focalizzato sulla variabile dello spazio e l'effetto che il significato simbolico di alta e bassa velocità può avere sulla percezione di esso.

CAPITOLO III: Effetto del significato simbolico della velocità sulla percezione dello spazio

La percezione visiva del movimento è un processo molto complesso che dipende dall'effetto di almeno tre variabili: velocità, tempo e spazio. Nei primi due capitoli di questo elaborato sono state portate evidenze a sostegno del fatto che il significato simbolico di un oggetto ha un effetto sulla percezione di velocità e tempo. Quest'ultimo capitolo sarà quindi incentrato sullo spazio attraverso il quale un oggetto si sposta durante un movimento e sul ruolo del significato simbolico dell'oggetto sulla percezione di quello spazio.

3.1 Representational Momentum (RM)

Per affrontare questo argomento è innanzitutto necessario descrivere un fenomeno percettivo chiamato Representational Momentum (RM).

Il RM è stato scoperto per la prima volta da Freyd e Finke (1984) e si tratta di un pregiudizio rispetto alla localizzazione di oggetti dinamici. Secondo questi autori, il RM deriva dall'estrapolazione mentale innata e involontaria della traiettoria implicita di uno stimolo. Essi parlano di traiettoria implicita perché nel paradigma sperimentale da loro utilizzato venivano visualizzate dai partecipanti immagini statiche in sequenza di uno stimolo; nonostante non ci fosse un movimento reale, la sequenza consecutiva di immagini era costruita in modo tale da suggerire un movimento, ossia la rotazione di un rettangolo attraverso lo schermo. Si assiste dunque ad una rappresentazione mentale del movimento fisico di uno stimolo. Nel mondo fisico, per fermare un oggetto in movimento lungo una data traiettoria è necessario applicargli una forza contraria: se tale forza non è sufficiente, l'oggetto continua a muoversi per un certo periodo di tempo su una certa distanza. Allo stesso modo, se noi consideriamo uno stimolo che percorre una traiettoria implicita e tale stimolo viene bruscamente e improvvisamente fermato, la sua rappresentazione mentale continua a muoversi in avanti lungo questa traiettoria. Perciò, quando in un compito sperimentale si chiede di localizzare *l'offset* percepito di uno stimolo che si muove lungo una traiettoria, i partecipanti in genere sovrastimano la sua posizione finale, nella direzione del movimento. Quindi il RM descrive uno spostamento sistematico in avanti nella direzione del movimento di oggetti che percorrono una

traiettoria. Se la traiettoria è implicita sono necessarie alcune condizioni affinché il RM si verifichi: i fotogrammi devono susseguirsi relativamente velocemente e la sequenza deve seguire una traiettoria distinguibile per indurre la percezione di un movimento coerente; inoltre, deve essere utilizzato lo stesso stimolo in ogni fotogramma perché anche un piccolo cambiamento strutturale può ridurre o eliminare l'effetto (Kelly & Freyd, 1987).

Ciò ci porta ad un'importante considerazione ossia che nella rappresentazione mentale dell'osservatore, la traiettoria implicita è strettamente legata all'identità dell'oggetto. Data la stretta connessione fra oggetto e rappresentazione possiamo ipotizzare che il significato simbolico di un oggetto abbia delle ripercussioni sulla rappresentazione mentale e quindi sul Representational Momentum.

In questo capitolo presenterò la ricerca che io stessa ho condotto dal titolo *“Effetto del significato simbolico sulla percezione di movimento nello spazio”* (approvata dal Comitato Etico per la ricerca psicologica, Area 17, protocollo n. 4781). L'obiettivo era indagare l'effetto del significato simbolico di velocità sul RM di stimoli che avevano un movimento continuo. I risultati saranno qui riportati e approfonditamente commentati nelle discussioni di questo elaborato.

Prima però riporterò le evidenze emerse dallo studio di Reed e Vinson del 1996, *“Conceptual Effects on Representational Momentum”*, in cui è stata indagata la relazione fra il movimento tipico di un oggetto nel mondo reale e la rappresentazione mentale che si crea in memoria di tale movimento; gli sperimentatori hanno condotto quattro esperimenti in cui sono stati utilizzati diversi oggetti che si muovevano lungo una traiettoria implicita. Perciò ai partecipanti, come negli esperimenti di Freyd e Finke (1984), sono stati mostrati una serie di frame per indurre la percezione di movimento.

3.2 Effetto del movimento tipico di un oggetto sul Representational Momentum

L'obiettivo dello studio di Reed e Vinson era valutare l'impatto della conoscenza del movimento tipico di un oggetto sul RM. Se il movimento fisico di un oggetto varia per direzione, velocità, accelerazione, forze e tempo, etc. allora è possibile che anche la

rappresentazione mentale di questo movimento cambi a sua volta. Ne deriva l'ipotesi che oggetti con movimenti tipici diversi inducano effetti diversi nel RM.

Reed e Vinson hanno somministrato quattro diversi compiti che differivano per il tipo di stimoli presentati, i quali avevano movimenti tipici diversi.

Nell'esperimento 1, a due gruppi di partecipanti è stato chiesto di osservare uno stimolo (*figura 3.1, A*) stazionario su uno schermo che, attraverso una sequenza di 3 frame (con 3 posizioni diverse) compiva un movimento implicito verticale (verso l'alto come in *figura 3.2* o verso il basso dello schermo) o orizzontale (verso destra o verso sinistra). La terza posizione è stata chiamata stimolo "*memory frame*" perché il partecipante aveva il compito di confrontare la sua posizione con quella del successivo ("*test frame*"), in un compito a scelta forzata: il *test frame* appariva nella stessa posizione o diversa rispetto al *memory frame* (-0.75 cm, -0.20 cm, 0.00 cm, +0.20 cm, +0.75 cm); il partecipante doveva indicare la posizione del *test frame* premendo dei tasti su una tastiera. I due gruppi di partecipanti eseguivano lo stesso compito ma, dato che lo stimolo aveva una forma ambigua, ad un gruppo veniva detto che lo stimolo rappresentava un razzo, all'altro un campanile. Questo è stato fatto affinché le conoscenze pregresse del partecipante sul movimento tipico dello stimolo fossero un fattore controllato. L'ipotesi era dunque che, se le conoscenze pregresse sul movimento di un oggetto influenzano il RM, allora il gruppo che considera lo stimolo ambiguo un razzo avrebbe ottenuto un RM maggiore perché il razzo nel mondo reale si muove (ad una certa velocità, con una certa accelerazione, in una certa direzione etc.) mentre il campanile no. I risultati hanno mostrato che il RM viene influenzato dal movimento tipico degli oggetti: infatti, quando lo stimolo era associato al razzo ha prodotto un RM maggiore rispetto a quando era associato al campanile. Inoltre, ciò si è verificato soprattutto quando il movimento implicito era verso l'alto (*grafico 3.1, A*). Questo è coerente con le nozioni immagazzinate nella nostra memoria per cui un razzo tende a salire nel mondo reale.

Lo stesso paradigma sperimentale è stato ripetuto con stimoli diversi per verificare l'influenza di altre caratteristiche sulla grandezza del RM; questa volta però è stato preso in considerazione solo il movimento implicito verticale (verso l'alto e verso il basso).

Nell'esperimento 2 sono stati utilizzati un altro razzo e un peso (*figura 3.1, B*): il razzo nel mondo reale compie un tipico movimento verticale dal basso verso l'alto, il peso invece compie tipicamente il movimento contrario. Dati i risultati ottenuti con

l'esperimento 1, l'ipotesi era che il razzo producesse più RM per il movimento implicito verso l'alto mentre il peso producesse più RM per il movimento implicito verso il basso. Il razzo ha effettivamente ottenuto un RM maggiore quando gli stimoli si muovevano verso l'alto; tuttavia, il peso non ha prodotto un RM significativamente maggiore del razzo quando gli stimoli si muovevano verso il basso (*grafico 3.1, B*).

A questo punto gli sperimentatori hanno indagato se anche caratteristiche non correlate alle aspettative sul movimento tipico potessero avere un ruolo nel RM. Ad esempio, nell'esperimento 2 il razzo era bianco mentre il peso era nero: molto spesso a livello visivo il nero indica il peso fisico mentre il bianco la leggerezza (Arnheim, 1974). Quindi è possibile che anche il colore abbia un effetto sul RM.

Così nell'esperimento 3 sono stati utilizzati come stimoli un rettangolo bianco ed uno nero (*figura 3.1, C*). Dato però che questi due stimoli non avevano un movimento tipico associato, l'ipotesi era che il RM non differisse se il movimento implicito era verso l'alto o verso il basso. Invece, ciò che è stato riscontrato è un maggiore RM verso il basso per entrambi i rettangoli (*grafico 3.1, C*). Questo ha portato gli sperimentatori a ritenere che gli oggetti hanno tipicamente un *bias* durante il movimento implicito verso il basso, a meno che non venga utilizzato un oggetto tipicamente immobile (come il campanile).

Questo risultato è stato ulteriormente indagato con l'esperimento 4 in cui gli stimoli utilizzati erano lo stesso razzo dell'esperimento 2 e una chiesa (*figura 3.1, D*). L'obiettivo era replicare l'esperimento 1 ma con degli stimoli non più ambigui (in modo che il movimento tipico fosse più evidente rispetto ad altre caratteristiche come, ad esempio, la forma appuntita verso l'alto) e mostrare che oggetti che tipicamente non si muovono hanno un RM minore quando il movimento implicito è verso il basso. I risultati ottenuti confermano quelli ottenuti nell'esperimento 1 ossia maggiore RM per il razzo nel movimento verso l'alto. Tuttavia, questi risultati supportano anche l'ipotesi che esiste una tendenza generale al movimento verso il basso che può essere annullata dalla tipica immobilità dell'oggetto.

Lo studio di Reed e Vinson porta quindi a delle importanti scoperte. Innanzitutto, la grandezza del Representational Momentum viene influenzata dalle conoscenze sul movimento tipico e reale degli oggetti. Questo avviene al di là di qualsiasi effetto potenziale delle caratteristiche percettive come la forma appuntita dello stimolo utilizzato

e il colore. Inoltre, è stata trovata una tendenza generale per cui il movimento implicito verso il basso suscita effetti RM relativamente forti; questo può essere dovuto al fatto che i soggetti si aspettano che gli oggetti cadano per effetto della gravità. Diverse ricerche hanno comunque indagato questo fenomeno che è stato definito “*Representational Gravity*” e definito come una distorsione sistematica di localizzazione in linea con la forza gravitazionale (per una review recente, vedere Hubbard, 2020). Tuttavia, questo effetto sembra essere annullato o almeno surclassato dagli effetti del movimento tipico.

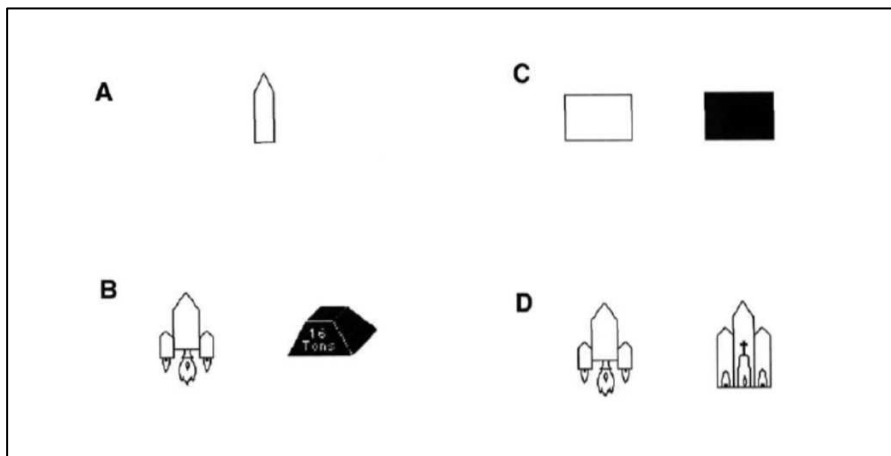


Figura 3.1: stimolo ambiguo utilizzato nell’esperimento 1 (A); razzo e peso utilizzati nell’esperimento 2 (B); rettangolo bianco e rettangolo nero utilizzati nell’esperimento 3 (C); razzo e chiesa utilizzati nell’esperimento 4 (D).

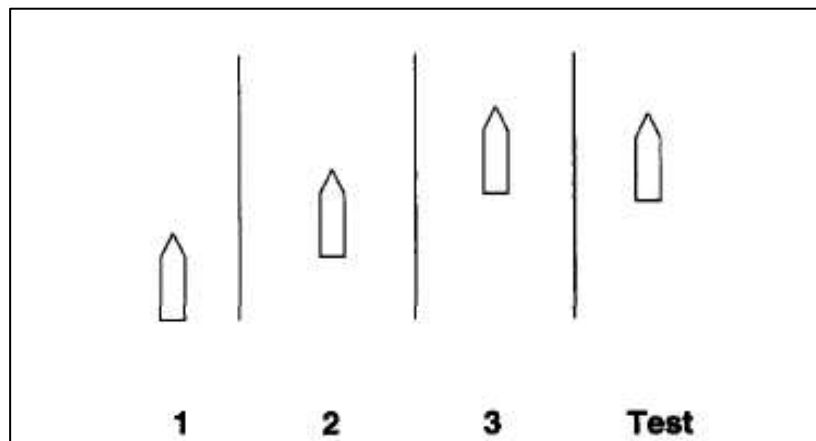


Figura 3.2: stimolo ambiguo che compie un movimento implicito verticale dal basso verso l’alto; sequenza dei 3 frame che inducono l’idea di movimento e test frame che deve essere comparato con il “memory frame” (terzo frame).

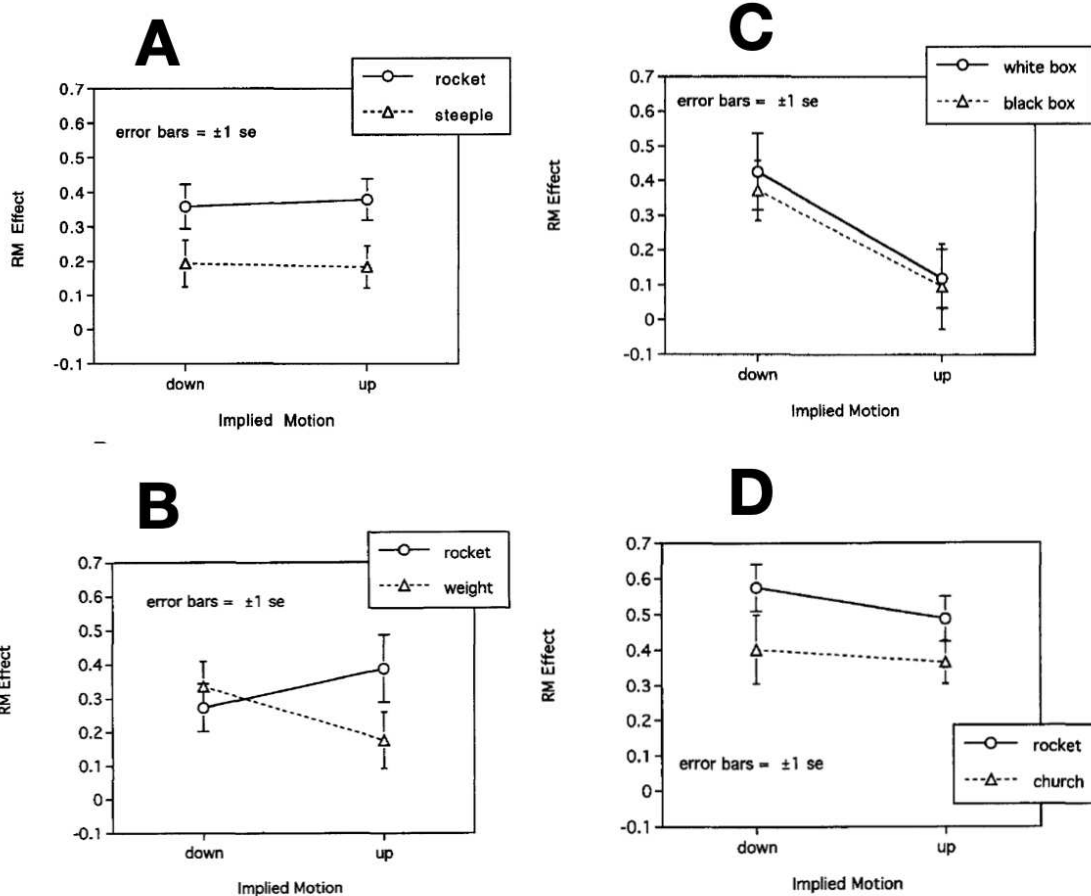


Grafico 3.1: risultati esperimento 1 (A), esperimento 2 (B), esperimento 3 (C) ed esperimento 4 (D). Nell'asse delle ascisse la tipologia di traiettoria implicita (verso l'alto e verso il basso); nell'asse delle ordinate la grandezza dell'effetto RM.

In conclusione, nello studio di Reed e Vinson è stato appurato che il movimento tipico di un oggetto influenza il RM. Il razzo ha generato un RM maggiore del campanile in quanto il razzo nel mondo reale si muove mentre il campanile no. Non tutti gli oggetti però presuppongono uguali tipologie di movimento. Il razzo nella realtà fisica si muove dal basso verso l'alto mentre, come abbiamo visto, il peso tipicamente cade dall'alto verso il basso. Questi movimenti differiscono quindi nella direzione, ma non solo. La velocità del movimento del razzo nella realtà fisica è certamente diversa dalla velocità con cui un peso cade.

Quindi a questo punto è lecito interrogarsi se la velocità del movimento reale di un oggetto possa influenzare la rappresentazione mentale del movimento dello stesso, in maniera tale da causare differenze nella percezione dello spazio in cui tali oggetti si muovono.

3.3 “Effetto del significato simbolico sulla percezione di movimento nello spazio”

La ricerca che ho condotto, *“Effetto del significato simbolico sulla percezione di movimento nello spazio”*, si è posta come obiettivo quello di indagare se il significato simbolico di alta e bassa velocità di movimento influenzi il RM. Se il significato simbolico della velocità influenza effettivamente il RM, dovrebbe verificarsi una sovrastima maggiore della posizione finale percepita, nella direzione del movimento, dello stimolo che rappresenta il movimento più veloce.

Nel compito che ho somministrato, come accennato all’inizio di questo capitolo, il movimento dello stimolo non era implicito bensì continuo, in modo che fosse il più fedele possibile a quello reale. Inoltre, il partecipante non doveva effettuare un compito a scelta forzata (come in Reed e Vinson) ma doveva individuare liberamente il punto di scomparsa percepito dell’oggetto, tramite lo spostamento di un cursore (freccetta del computer).

Già Hubbard e Brarucha (1988) avevano utilizzato un paradigma simile a questo: gli stimoli erano delle sfere bianche e nere che viaggiavano in modo continuo lungo una traiettoria verticale o orizzontale a velocità uniforme. Ai partecipanti si chiedeva di indicare con più precisione possibile il punto di sparizione della sfera. I risultati hanno confermato la presenza del Representational Momentum con spostamento in avanti nella direzione del movimento.

3.3.1 Introduzione

Generalmente si tende a sovrastimare il punto di scomparsa di un oggetto nello spazio, cioè si indica un punto al di là dal punto di scomparsa fisico vero e proprio. Questo fenomeno percettivo è chiamato Representational Momentum (RM). L’obiettivo della presente ricerca è investigare se il significato simbolico di alta e bassa velocità influenzi il RM. Nello specifico, è stata indagata la percezione del punto di scomparsa di una bici e una moto dopo aver attraversato un certo percorso in moto continuo ad una certa velocità. L’ipotesi di partenza è che se il significato simbolico attribuito all’oggetto potesse modulare il fenomeno del RM, dovrebbe verificarsi una sovrastima ancora maggiore del punto di scomparsa dello stimolo che rappresenta l’alta velocità (in questo caso la moto).

3.3.2 Metodo

Partecipanti

Hanno partecipato alla ricerca 30 soggetti di cui 15 femmine e 15 maschi fra i 21 e i 54 anni (età media 26,4 anni e $SD = 7.8$). I partecipanti sono stati reclutati attraverso diverse modalità: 1) avvisi online nei vari social network; 2) richiesta orale di partecipare a studenti, conoscenti, amici e colleghi; 3) richiesta di partecipazione via e-mail a tirocinanti, conoscenti, colleghi e amici non raggiungibili oralmente (non sono state inviate e-mail a persone sconosciute) e di cui si possiede già l'indirizzo e-mail per precedenti comunicazioni o per rapporti di amicizia.

Tutti i partecipanti dovevano essere adulti, normovedenti o con vista corretta da occhiali. Ai fini dell'esperimento il genere non era importante.

Tutti i partecipanti erano a conoscenza dello scopo dell'esperimento e hanno dato il proprio consenso informato secondo la Dichiarazione di Helsinki. Il consenso informato, approvato dal Comitato Etico per la ricerca psicologica (area 17), protocollo n. 4781 (08/05/2022), è stato letto dai partecipanti prima di cominciare l'esperimento dal monitor del computer e gli è stata fornita una copia via e-mail che poi hanno restituito firmata.

Stimoli

Gli stimoli sono stati generati con MATLAB e Psychophysics Toolbox (Brainard & Vision, 1997; Pelli & Vision, 1997) e sono stati visualizzati dal partecipante su un monitor con una frequenza di aggiornamento di 60 Hz. La risoluzione dello schermo era di 1920×1080 pixel. L'esperimento è stato organizzato in due sessioni: in una, i *target* mobili visualizzati sullo schermo erano l'immagine statica in bianco e nero della bicicletta, significato simbolico di bassa velocità, e della moto, significato simbolico di alta velocità, guidate da un ciclista e un motociclista, su sfondo bianco (*figura 3.3*). Nell'altra sessione le stesse immagini sono state riprodotte attraverso *gabor patch* con frequenza spaziale di 10 cicli/gradi, su sfondo grigio (*figura 3.4*). Sia la bicicletta che la moto erano lunghe 5.5° , entrambe le immagini apparivano a 7.5° a sinistra o a destra dal centro dello schermo e scomparivano dopo aver viaggiato per 15° ; entrambe erano incorporate all'interno di un rettangolo invisibile di $5.5 \times 4.125^\circ$, il quale si muoveva in modo traslazionale e uniforme in linea retta verso destra o verso sinistra.

Gli stimoli usati sono dunque gli stessi utilizzati nello studio “*Probing the effect of the expected-speed violation illusion*” analizzato nel primo capitolo. Anche questa volta, prima di ogni sessione sono state mostrate ai partecipanti le immagini originali della bici e della moto e quelle con i *gabors*: tutti i partecipanti hanno riconosciuto facilmente le figure. A fine esperimento è stato anche chiesto ai partecipanti quale immagine fra la bici e la moto (sia originali che con i *gabors*) secondo loro era più lunga. Nessuno di loro era a conoscenza che gli stimoli erano lunghi uguali.

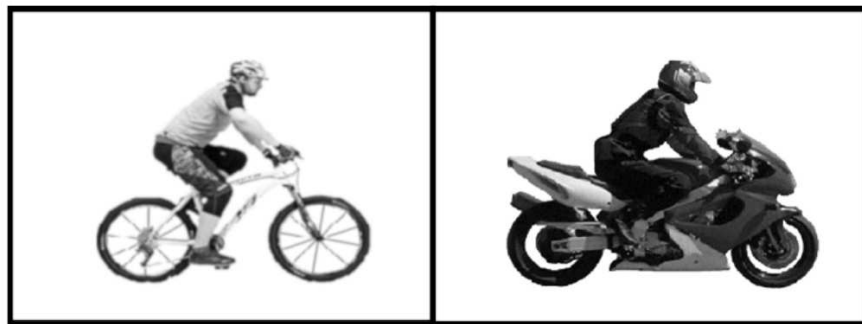


Figura 3.3: bici e moto su sfondo bianco

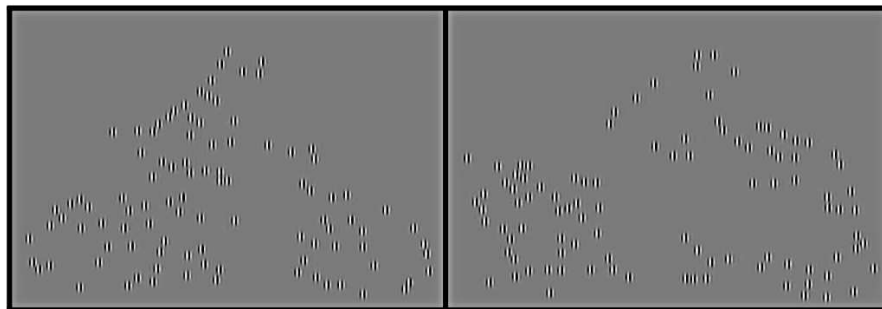


Figura 3.4: bici e moto riprodotte con gabors su sfondo grigio

Procedura

Ai partecipanti è stato chiesto di eseguire il compito sperimentale usando un computer fornito dallo sperimentatore presso la propria abitazione, nel rispetto delle norme previste per la prevenzione della trasmissione del Virus SARS-CoV-2.

I soggetti sono stati fatti sedere in una stanza buia ad una distanza di 57 cm dallo schermo; la visione era binoculare. All’inizio dell’esperimento compariva sul monitor il consenso

informato. Il partecipante si poteva ritirare in qualunque momento, anche dopo o durante la lettura del consenso informato, senza fornire spiegazioni, senza alcuna penalizzazione, ottenendo il non utilizzo dei dati e la cancellazione dei dati di contatto (indirizzo e-mail, telefono etc.). Se decideva di ritirarsi dopo aver cominciato, per uscire dall'esperimento bastava premere ESC nella tastiera.

Successivamente, appariva sullo schermo una finestra in cui era chiesto di fornire brevi informazioni anagrafiche. Esse sono state utilizzate solo a fini della ricerca, garantendo assoluta anonimata, come previsto dalla norma di tutela della privacy attualmente in vigore (Dlgs. n. 196/2003).

Dopo una breve demo di 10 prove di risposta, iniziava l'esperimento vero e proprio che consisteva in due compiti di circa 20 minuti l'uno. La durata complessiva dell'esperimento era di circa 45 minuti.

Il compito A prevedeva l'utilizzo delle immagini con i *gabors*, il compito B prevedeva l'utilizzo delle immagini originali. Metà dei partecipanti hanno svolto prima il compito A, l'altra metà ha iniziato con il compito B.

L'esperimento consisteva nel far osservare al partecipante la bici e la moto che si muovevano nello schermo: esse comparivano (singolarmente e in maniera randomizzata) a destra o sinistra e percorrevano in moto rettilineo uniforme orizzontale lo schermo del computer in direzione canonica (cioè in avanti) o in retromarcia per 15°. Improvvisamente scomparivano dallo schermo. A questo punto il partecipante doveva indicare, tramite lo spostamento di un cursore (freccetta del computer), il punto di scomparsa più esterno dell'oggetto in movimento, cercando di essere il più accurato possibile. Alla fine di ogni trial il cursore riappariva al centro e in basso nello schermo. Ogni sessione prevedeva 240 trial.

3.3.3 Analisi dei dati

Per entrambi gli esperimenti è stato eseguito un *t-test a una coda* (considerando la correzione di Bonferroni) che ha rivelato uno spostamento medio (Δs) significativo rispetto all'effettivo punto di sparizione dello stimolo. Nel compito A (stimoli con *gabors*) è stato trovato quindi un RM significativo e > 0 e; nello specifico, con la bici $\Delta s = 24.07$ ($F_{(29)} = 2.87$; $p = 0.03$; Cohen's $d = 0.47$) e con la moto $\Delta s = 23.6$ ($F_{(29)} = 2.89$; $p = 0.03$; Cohen's $d = 0.48$). Nel compito B (immagini originali)

inaspettatamente abbiamo trovato uno spostamento significativo ma un $RM < 0$; con la bici $\Delta s = -32.2$ ($F_{(29)} = 3.01$; $p = 0.02$; Cohen's $d = 0.49$) e con la moto $\Delta s = -32.1$ ($F_{(29)} = 3.02$; $p = 0.02$; Cohen's $d = 0.50$).

Successivamente è stata eseguita un'analisi della varianza a misure ripetute (ANOVA) con compito (compito A vs compito B), immagine (bici vs moto), direzione (destra vs sinistra) e congruenza (in avanti vs retromarcia).

L'analisi mostra un effetto significativo del compito ($F_{(1,29)} = 23.8$; $p < 0.001$; $\eta_p^2 = 0.45$); ciò significa che c'è una differenza significativa fra il RM del compito A e il RM del compito B.

Per quanto riguarda l'effetto del significato simbolico, non sembra esserci una differenza significativa fra la bici e la moto ($F_{(1,29)} = 0.462$; $p = 0.502$; $\eta_p^2 = 0.02$).

Non risultata significativa nemmeno la direzione ($F_{(1,29)} = 1.388$; $p = 0.248$; $\eta_p^2 = 0.05$) e la congruenza ($F_{(1,29)} = 2.113$; $p = 0.157$; $\eta_p^2 = 0.07$).

Per quanto riguarda l'interazione fra le misure, nessuna delle seguenti è risultata significativa: compito \times immagine ($F_{(1,29)} = 0.793$; $p = 0.38$; $\eta_p^2 = 0.03$); compito \times direzione ($F_{(1,29)} = 2.356$; $p = 0.136$; $\eta_p^2 = 0.08$); immagine \times direzione ($F_{(1,29)} = 1.547$; $p = 0.22$; $\eta_p^2 = 0.05$); compito \times immagine \times direzione ($F_{(1,29)} = 0.066$; $p = 0.8$; $\eta_p^2 = 0.002$); immagine \times congruenza ($F_{(1,29)} = 0.462$; $p = 0.502$; $\eta_p^2 = 0.02$); compito \times immagine \times congruenza ($F_{(1,29)} = 0.355$; $p = 0.556$; $\eta_p^2 = 0.01$); direzione \times congruenza ($F_{(1,29)} < 0.001$; $p = 0.984$; $\eta_p^2 < 0.001$); compito \times direzione \times congruenza ($F_{(1,29)} = 1.828$; $p = 0.187$; $\eta_p^2 = 0.06$); immagine \times direzione \times congruenza ($F_{(1,29)} = 0.142$; $p = 0.709$; $\eta_p^2 = 0.005$); compito \times immagine \times direzione \times congruenza ($F_{(1,29)} = 1.009$; $p = 0.323$; $\eta_p^2 = 0.03$).

La relazione compito \times congruenza risulta essere invece significativa ($F_{(1,29)} = 20.024$; $p < 0.001$; $\eta_p^2 = 0.41$). Nel confronto post hoc è stata approfondita questa relazione con dei *t-test* (corretti con il metodo di Bonferroni): nel compito A, il Δs di bici e moto in avanti è 24.916 (errore sds = 9.155) ed in retromarcia 20.759 (errore sds = 9.496); la differenza fra i Δs è 4.157 ed è significativa con $p = 0.03$. Nel compito B, il Δs di bici e moto in avanti è -37.659 (errore sds = 12.474) ed in retromarcia -26.242 (errore sds = 11.278); la differenza fra i Δs è -11.417 ed è significativa con $p = 0.007$. [grafico

3.2] Quindi, nel compito A c'è uno spostamento (positivo) maggiore quando lo stimolo va in avanti piuttosto che in retromarcia; nel compito B c'è uno spostamento (negativo) maggiore quando lo stimolo va in avanti piuttosto che in retromarcia. Questo è indipendente dalla posizione in cui partono gli stimoli (ossia dalla direzione, destra vs sinistra).

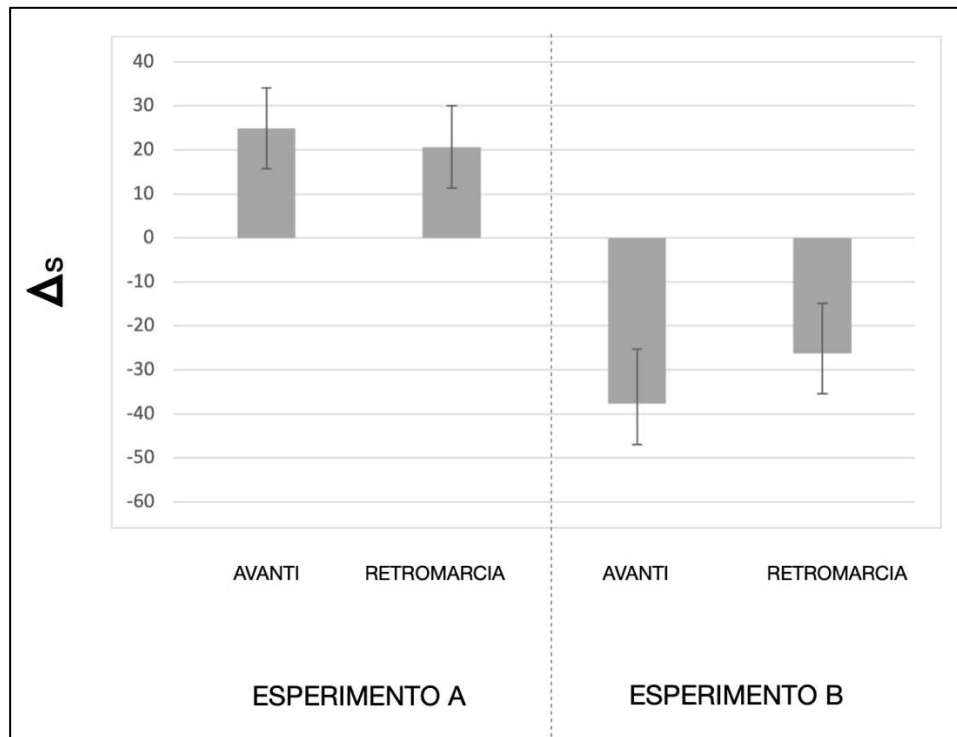


Grafico 3.2: interazione compito x congruenza

3.3.4 Risultati

L'ipotesi alla base di questa ricerca non sembra essere stata confermata; infatti, né nell'esperimento con le immagini reali, né nell'esperimento con i *gabor*s, lo stimolo con significato simbolico di alta velocità ha generato un Representational Momentum significativamente maggiore rispetto allo stimolo con significato simbolico di bassa velocità. Nonostante ciò, sono emersi risultati interessanti: innanzitutto il RM è risultato significativo in entrambi i compiti, indicando uno spostamento del punto di scomparsa percepito rispetto a quello effettivo. Inaspettatamente però il RM nell'esperimento con le immagini reali di bici e moto è risultato negativo, indicando uno spostamento all'indietro nella traiettoria. Questo fenomeno non è stato riscontrato in letteratura per cui posso solo

ipotizzare delle possibili spiegazioni che magari possono anche rendere conto dell'assenza di un effetto significativo del significato simbolico della velocità sul RM. In primis, potrebbero essere entrate in gioco ulteriori caratteristiche degli stimoli utilizzati che hanno interferito con il compito; inoltre, il tipo di compito a scelta libera è più difficile rispetto a quello a scelta forzata; anche l'aver utilizzato una traiettoria con movimento continuo piuttosto che implicito può aver avuto un effetto.

Una relazione che ha avuto un effetto significativo è stata quella fra compito (immagini reali e immagini con *gabor*s) e congruenza (ossia movimento in avanti e in retromarcia). Quando lo stimolo presentato si muove nella sua direzione tipica, il RM risulta maggiore rispetto a quando si muove in retromarcia. Questo risultato sembra sostenere che il RM è maggiore quando uno stimolo si sposta nella direzione del movimento tipico dell'oggetto che rappresenta. Quando l'immagine della bici o della moto si spostava in avanti riproduceva più fedelmente il movimento di tali oggetti nella realtà fisica, che noi siamo abituati a vedere e che abbiamo immagazzinato in memoria.

Tutti questi risultati ottenuti, le possibili interpretazioni e le implicazioni per la ricerca futura verranno trattate più nel dettaglio nella discussione del presente elaborato.

CAPITOLO IV: DISCUSSIONI E CONCLUSIONE

Il significato simbolico di un determinato oggetto deriva dal processo di analisi semantica delle proprietà fisiche di tale oggetto: se l'analisi semantica conduce nel corso del tempo sempre allo stesso risultato, porta alla creazione di aspettative stabili e durature sul suo significato. Dunque, il significato simbolico si sviluppa grazie all'esperienza e a livello pratico è utile per giudicare in maniera veloce e alquanto accurata quell'oggetto (o oggetti simili) ogni volta che si ripresenta nel nostro campo visivo. Ad esempio, sapere che i serpenti sono tipicamente pericolosi fa sì che quando una persona ci si trova davanti metterà subito in atto una risposta di attacco-fuga.

Quindi la formazione di questi modelli mentali nella nostra memoria, che sono una sorta di euristica cognitiva, da una parte ci aiuta a muoverci nel mondo più facilmente, dall'altra può contribuire alla creazione di illusioni percettive dovute proprio alle nostre aspettative. L'obiettivo di questo elaborato è stato quello di indagare se il significato simbolico attribuito ad un oggetto potesse influenzare la percezione. In particolare, mi sono concentrata sulle ripercussioni che il significato simbolico della velocità può avere sulla percezione della velocità stessa, del tempo e dello spazio, tre dimensioni implicate nella percezione di movimento di un oggetto.

Nel primo capitolo ho analizzato nel dettaglio lo studio di Battaglini e colleghi del 2021, nel secondo quello di Battaglini e Mioni del 2019 e nel terzo ho presentato la ricerca che io stessa ho condotto, che andavano ad indagare a livello sperimentale rispettivamente l'effetto del significato simbolico della velocità su percezione di velocità stessa, tempo e spazio. Nei due studi sopracitati sono stati condotti più esperimenti e con diversi stimoli, ma io ho preso in considerazione nel mio elaborato solo quelli che hanno utilizzato come stimoli l'immagine statica di una bicicletta, veicolo tipicamente lento, e di una moto, veicolo tipicamente veloce, che si muovevano lungo una traiettoria orizzontale rettilinea, da una parte all'altra nel monitor di un computer; questo ha consentito un miglior paragone e confronto fra tutti i risultati ottenuti, dato che anche io nella mia ricerca ho utilizzato lo stesso tipo di stimoli.

Lo studio di Battaglini e colleghi (2021) partiva dall'ipotesi che, in un compito sperimentale a scelta forzata, l'immagine della moto sarebbe stata percepita come più

veloce rispetto a quella della bici, quando entrambe avevano la stessa velocità fisica. I risultati invece hanno mostrato che, al contrario, si verifica una violazione strutturale dell'aspettativa quando il veicolo tipicamente lento e quello tipicamente veloce vanno alla stessa velocità, tanto da influenzare la percezione a tal punto che l'osservatore percepisce il veicolo tipicamente lento come più veloce. Questo risultato controintuitivo rispetto alle ipotesi iniziali ha portato alla scoperta di un'illusione percettiva basata sulla violazione dell'aspettativa, che è stata denominata "*Expected-speed violation illusion*" (*ESVI*). Essa sembra contrapporsi all'approccio bayesiano alla percezione di velocità e movimento degli oggetti per cui un osservatore avrebbe dovuto percepire la moto più veloce della bici, quando esse si muovevano alla medesima velocità.

Lo stesso effetto è stato riscontrato anche negli altri esperimenti condotti in questo studio, in cui gli stimoli utilizzati erano diversi a livello di caratteristiche visive ma presupponevano sempre un significato simbolico saliente di velocità. Nel dettaglio, sono stati utilizzati un razzo e una mongolfiera e una macchina da corsa ed un carrarmato.

Battaglini e Mioni (2019) nello studio sulla percezione del tempo, hanno ipotizzato che il TTC di uno stimolo con il significato simbolico di alta velocità sia più breve rispetto al TTC di uno stimolo con il significato simbolico di bassa velocità. I risultati emersi indicano che una lunga durata dell'occlusione porta effettivamente ad una stima maggiore del TTC con la bicicletta piuttosto che con la moto. Ciò non si è verificato con una breve durata dell'occlusione. Un motivo potrebbe essere che, affinché l'ipotesi iniziale venga confermata, debba esserci un'elaborazione cognitiva profonda dell'oggetto (perciò serve una durata più lunga dell'occlusione). Questo effetto si è verificato anche negli altri esperimenti condotti nello studio con altri stimoli, nello specifico: un razzo e una mongolfiera, una macchina da corsa ed un carrarmato, una lepre e una tartaruga, un ghepardo e un elefante, l'immagine di Superman in una posizione dinamica e statica.

Nell'esperimento di controllo sull'effetto del significato simbolico della velocità sulla traiettoria visibile non sono stati ottenuti risultati significativi; questo potrebbe indicare che l'effetto del significato simbolico non influisca sulla percezione diretta della velocità ma piuttosto sulla memoria di velocità, a cui è necessario attingere mentre lo stimolo *target* è occluso. Ciononostante, è anche possibile che tale esperimento non fosse sufficientemente sensibile per trovare una differenza significativa fra i due stimoli. Alla

luce delle evidenze ottenute dallo studio di Battaglini e colleghi (2021) è quindi possibile che l'effetto sul TTC sia un epifenomeno dovuto ad un'alterata percezione della traiettoria visibile.

L'obiettivo della mia ricerca era andare ad indagare se il significato simbolico di alta e bassa velocità influenzasse il Representational Momentum, uno spostamento sistematico in avanti nello spazio, nella direzione della traiettoria di un oggetto in movimento. Utilizzando come stimoli le immagini originali e con i *gabor*s di bici e moto, l'ipotesi da cui sono partita era che avrebbe dovuto verificarsi una sovrastima ancora maggiore del punto di scomparsa dello stimolo che rappresentava l'alta velocità (moto).

Questa ipotesi però non è stata confermata, infatti non ci sono state differenze significative fra il RM di bici e moto, ma ci sono stati comunque dei risultati interessanti. Innanzitutto, è stato ottenuto un RM significativo sia con le immagini originali che con i *gabor*s, anche se con quelle originali il RM era negativo, indicando uno spostamento all'indietro piuttosto che in avanti del punto di scomparsa percepito. Questo RM negativo sembra nettamente in contrasto con la maggior parte della letteratura. Hubbard (1993), però, aveva condotto uno studio in cui era risultato un RM diminuito o addirittura invertito. In questo caso in realtà l'effetto era auspicabile e indotto dal contesto: lo stimolo utilizzato era un rettangolo contornato da una cornice quadrata; l'effetto diminuito o invertito del RM si verificava quando la cornice si muoveva nella direzione opposta rispetto al rettangolo *target* oppure ruotava leggermente all'indietro rispetto al suo orientamento. Nel nostro caso non c'era alcun movimento diverso nello sfondo che potesse giustificare i risultati ottenuti con le immagini originali.

Un'ipotesi che non si può escludere è che abbiano influito delle altre caratteristiche delle immagini originali utilizzate, oltre al significato simbolico; ciò spiegherebbe perché con i *gabor*s, utilizzati per l'estrazione di caratteristiche di basso livello come il rilevamento dei bordi e che eliminano i fattori confondenti, l'effetto dello spostamento in avanti si sia verificato, in linea con la letteratura. La bici effettivamente è lo stimolo con il significato simbolico di bassa velocità ma è anche quello più sottile e spesso questa caratteristica viene associata a maggiore velocità. Inoltre, la moto può percettivamente sembrare più grande della bici e uno stimolo più grande viene percepito più lento di uno più piccolo. Allo stesso modo, la moto è prevalentemente di colore nero, la bici di colore bianco e

abbiamo già visto che il nero è associato alla pesantezza e quindi a minore velocità, il bianco alla leggerezza e quindi a maggiore velocità. Nonostante ciò, le immagini della bici e della moto sono praticamente le stesse degli studi analizzati per la percezione di velocità e del TTC dove invece è stato ottenuto un effetto significativo del significato simbolico della velocità. In ogni caso, i compiti erano diversi quindi è sempre possibile che le caratteristiche degli stimoli abbiano agito in maniera differenziata nei diversi compiti. Inoltre, sarebbe interessante valutare l'effetto del significato simbolico di alta e bassa velocità attraverso l'utilizzo di stimoli diversi e che sottendono diverse caratteristiche che possono entrare in gioco nella loro percezione (come è stato fatto per la percezione di velocità e tempo).

Sarebbe interessante valutare anche il RM utilizzando stimoli con velocità fisiche differenti perché diversi studi hanno dimostrato che la grandezza dell'effetto viene influenzata anche da questa variabile (una ricerca recente che è andata ad indagare questa componente è stata condotta da Merz nel 2022).

Un'altra ipotesi è che il tempo in cui veniva presentato e visualizzato lo stimolo era troppo breve per permettere una profonda elaborazione semantica (quindi magari anche un'eccessiva velocità fisica); abbiamo già visto come un'adeguata analisi dello stimolo sia fondamentale affinché nella nostra mente si creino delle aspettative rispetto ai risultati di un evento; è infatti il confronto di tali aspettative con la realtà fisica che può produrre degli effetti sulla percezione o delle illusioni percettive. Questa ipotesi potrebbe spiegare perché non abbiamo trovato una differenza significativa fra bici e moto, ma purtroppo non spiega perché con le immagini originali è stato ottenuto un RM negativo.

Rispetto questo ultimo punto, una possibile spiegazione potrebbe essere che le immagini originali della bici e della moto, essendo più complete e dettagliate rispetto alle immagini con i *gabor*, abbiano attirato di più l'attenzione dell'osservatore verso il centro dell'immagine piuttosto che verso i punti più esterni (punta delle ruote o degli pneumatici) così come veniva chiesto nel compito. Questo potrebbe aver portato ad una percezione del punto di sparizione nello spazio diversa da quella reale, ossia all'interno dell'immagine stessa e, quindi, ad un RM sempre negativo. Invece, nel compito in cui le immagini erano riprodotte con i *gabor* i soggetti potevano concentrarsi sulla *gabor* più esterna, essendo un singolo elemento, senza necessariamente perdere la percezione globale dell'immagine.

Ad ogni modo, va anche considerato che il compito che ho somministrato variava dai modelli classici di valutazione del RM: il movimento della traiettoria era continuo invece che implicito (indotto da *frame*) e al partecipante era chiesto di puntare liberamente il cursore sullo schermo invece di effettuare una scelta forzata fra due alternative. È quindi possibile che questi elementi abbiano reso il test più complesso, portando a questi risultati inaspettati. Sarebbe perciò interessante indagare più approfonditamente se cambiando questi paradigmi sperimentali o combinandoli in maniera diversa (ad esempio movimento continuo e scelta forzata) si otterrebbero gli stessi risultati.

Un risultato che invece risulta significativo deriva dall'interazione fra il tipo di compito (immagini reali e immagini con *gabor*s) e la congruenza del movimento (ossia in avanti e in retromarcia). Quando lo stimolo presentato si muove nella sua direzione tipica, il RM risulta maggiore rispetto a quando si muove in retromarcia. Quando l'immagine della bici o della moto si spostava in avanti riproduceva più fedelmente il movimento di tali oggetti nella realtà fisica, che siamo abituati a vedere e che abbiamo immagazzinato in memoria. Questi risultati sono in linea con quelli ottenuti da Reed e Vinson: il movimento tipico di un oggetto può influenzare la percezione di tale oggetto nello spazio. Inoltre, questo effetto è stato ottenuto con lo stimolo in movimento continuo.

In conclusione, la percezione visiva è un processo molto complesso che dipende da conoscenze ed esperienze pregresse ma anche dalla rappresentazione efficiente dell'input sensoriale. In particolare, io mi sono concentrata sulla percezione del movimento, che implica tre variabili ossia percezione di velocità, di tempo e di spazio. L'obiettivo di questo elaborato era indagare se il significato simbolico di un oggetto rispetto alla sua velocità fisica avesse un ruolo nella percezione del movimento di tale oggetto. Infatti, la codifica di uno stimolo è in qualche modo limitata e spesso soggetta a *bias* e illusioni percettive. L'ESVI e i risultati sul TTC hanno dimostrato l'effettiva influenza del significato simbolico della velocità sia sulla percezione della velocità che del tempo. La mia ricerca, anche se non ha ottenuto grandi effetti del significato simbolico della velocità, ha comunque dimostrato che il significato simbolico del movimento ha un effetto sulla percezione di movimento nello spazio.

Quindi il significato simbolico è un'importante componente della percezione visiva che deve essere sempre considerato quando ci si rapporta con il mondo esterno. L'esperienza, le conoscenze, le aspettative e le evidenze sensoriali sono tasselli fondamentali dell'esperienza percettiva e devono essere combinati insieme dall'osservatore per dare un senso a ciò che lo circonda e muoversi efficacemente in qualsiasi ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- Amano, K., Nishida, S. Y., & Takeda, T. (2006). MEG responses correlated with the visual perception of velocity change. *Vision Research*, 46(3), 336-345.
- Arnheim, R. (1960). *Art and visual perception*. Stockholms Universitet, Institutionen för Konstvetenskap.
- Ascher, D., & Grzywacz, N. M. (2000). A Bayesian model for the measurement of visual velocity. *Vision research*, 40(24), 3427-3434.
- Baker, D. H., & Graf, E. W. (2008). Equivalence of physical and perceived speed in binocular rivalry. *Journal of Vision*, 8(4), 26-26.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *arXiv preprint arXiv:1406.5823*.
- Battaglini, L., & Casco, C. (2016). Contribution of visuospatial and motion-tracking to invisible motion. *Frontiers in psychology*, 7, 1369.
- Battaglini, L., & Mioni, G. (2019). The effect of symbolic meaning of speed on time to contact. *Acta psychologica*, 199, 102921.
- Battaglini, L., Campana, G., & Casco, C. (2013). Illusory speed is retained in memory during invisible motion. *i-Perception*, 4(3), 180-191.
- Battaglini, L., Contemori, G., Maniglia, M., & Casco, C. (2016). Fast moving texture has opposite effects on the perceived speed of visible and occluded object trajectories. *Acta psychologica*, 170, 206-214.
- Battaglini, L., Maniglia, M., Konishi, M., Contemori, G., Coccaro, A., & Casco, C. (2018). Fast random motion biases judgments of visible and occluded motion speed. *Vision Research*, 150, 38-43.
- Battaglini, L., Mioni, G., Casco, C., Contemori, G., & Konishi, M. (2021). Probing the effect of the expected-speed violation illusion. *Psychological Research*, 85(7), 2782-2791.
- Bennett, S. J., Baures, R., Hecht, H., & Benguigui, N. (2010). Eye movements influence estimation of time-to-contact in prediction motion. *Experimental brain research*, 206(4), 399-407.
- Bonnet, C. (1967). Influence de la vitesse du mouvement et de l'espace parcouru sur l'estimation du temps (II). *L'Année psychologique*, 67(1), 51-60.

- Brainard, D. H., & Vision, S. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial vision*, *10*(4), 433-436.
- Brayanov, J. B., & Smith, M. A. (2010). Bayesian and “anti-Bayesian” biases in sensory integration for action and perception in the size–weight illusion. *Journal of neurophysiology*, *103*(3), 1518-1531.
- Brown, J. F. (1931). The visual perception of velocity. *Psychologische Forschung*, *14*(1), 199-232.
- Brown, S. W. (1995). Time, change, and motion: The effects of stimulus movement on temporal perception. *Perception & psychophysics*, *57*, 105-116.
- Buckingham, G., Byrne, C. M., Paciocco, J., van Eimeren, L., & Goodale, M. A. (2014). Weightlifting exercise and the size–weight illusion. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *76*(2), 452-459.
- Casini, L., & Macar, F. (1997). Effects of attention manipulation on judgments of duration and of intensity in the visual modality. *Memory & cognition*, *25*(6), 812-818.
- Church, R. M. (1984). Properties of the internal clock. *Annals of the New York Academy of sciences*.
- DeLucia, P. R., & Warren, R. (1994). Pictorial and motion-based depth information during active control of self-motion: size-arrival effects on collision avoidance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *20*(4), 783.
- Doya, K., Ishii, S., Pouget, A., & Rao, R. P. (Eds.). (2007). *Bayesian brain: Probabilistic approaches to neural coding*. MIT press.
- Droit-Volet, S. (2016). Emotion and implicit timing. *Plos one*, *11*(7), e0158474.
- Epstein, W. (1978). Two factors in the perception of velocity at a distance. *Perception & Psychophysics*, *24*(2), 105-114.
- Firestone, C., & Scholl, B. J. (2014). “Top-down” effects where none should be found: The El Greco fallacy in perception research. *Psychological science*, *25*(1), 38-46.
- Freyd, J. J., & Finke, R. A. (1984). Representational momentum. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *10*(1), 126.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. *Annals of the New York Academy of sciences*, *423*(1), 52-77.

- Gilliland, A. R., Hofeld, J., & Eckstrand, G. (1946). Studies in time perception. *Psychological Bulletin*, *43*(2), 162–176.
- Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*(3), 561-582.
- Hubbard, T. L., & Bharucha, J. J. (1988). Judged displacement in apparent vertical and horizontal motion. *Perception & Psychophysics*, *44*(3), 211-221.
- Hubbard, T. L. (1993). The effect of context on visual representational momentum. *Memory & Cognition*, *21*(1), 103-114.
- Hubbard, T. L. (2020). Representational gravity: Empirical findings and theoretical implications. *Psychonomic Bulletin & Review*, *27*(1), 36-55.
- Kelly, M. H., & Freyd, J. J. (1987). Explorations of representational momentum. *Cognitive Psychology*, *19*(3), 369-401.
- Lejeune, H. (1998). Switching or gating? The attentional challenge in cognitive models of psychological time. *Behavioural processes*, *44*(2), 127-145.
- Loftus, E. F., & Palmer, J. C. (1974). Reconstruction of automobile destruction: An example of the interaction between language and memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, *13*(5), 585-589.
- Makin, A. D., Stewart, A. J., & Poliakoff, E. (2009). Typical object velocity influences motion extrapolation. *Experimental brain research*, *193*(1), 137-142.
- Matsuda, F. (1974). Effects of space and velocity on time estimation in children and adults. *Psychological Research*, *37*(2), 107-123.
- McKee, S. P. (1981). A local mechanism for differential velocity detection. *Vision research*, *21*(4), 491-500.
- Mehrotra, R., Namuduri, K. R., & Ranganathan, N. (1992). Gabor filter-based edge detection. *Pattern recognition*, *25*(12), 1479-1494.
- Merz, S. (2022). Motion perception investigated inside and outside of the laboratory: Comparable performances for the representational momentum and representational gravity phenomena. *Experimental psychology*.
- Mioni, G., Zakay, D., & Grondin, S. (2015). Faster is briefer: The symbolic meaning of speed influences time perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, *22*(5), 1285-1291.

- Oliveri, M., Vicario, C. M., Salerno, S., Koch, G., Turriziani, P., Mangano, R., ... & Caltagirone, C. (2008). Perceiving numbers alters time perception. *Neuroscience letters*, *438*(3), 308-311.
- Ornstein, R. E. (1975). On the experience of time.
- Pelli, D. G., & Vision, S. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial vision*, *10*, 437-442.
- Prins, N., & Kingdom, F. A. (2018). Applying the model-comparison approach to test specific research hypotheses in psychophysical research using the Palamedes toolbox. *Frontiers in psychology*, *9*, 1250.
- Rachlin, H. C. (1966). Scaling subjective velocity, distance, and duration. *Perception & Psychophysics*, *1*(1), 77-82.
- Reed, C. L., & Vinson, N. G. (1996). Conceptual effects on representational momentum. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *22*(4), 839.
- Sokolov, A., & Pavlova, M. (2003). Timing accuracy in motion extrapolation: Reverse effects of target size and visible extent of motion at low and high speeds. *Perception*, *32*(6), 699-706.
- Thomas, E. A., & Weaver, W. B. (1975). Cognitive processing and time perception. *Perception & psychophysics*, *17*(4), 363-367.
- Tresilian, J. R. (1995). Perceptual and cognitive processes in time-to-contact estimation: Analysis of prediction-motion and relative judgment tasks. *Perception & Psychophysics*, *57*(2), 231-245
- Vagia, A., Orfanidou, E., & Vatakis, A. (2013). Language and time: The effect of time concepts on duration perception. Abstract presented at the TIMELY Workshop on “Development of Timing and Time Perception: A lifespan perspective”. Granada (SP) October 2013.
- Vagnoni, E., Lourenco, S. F., & Longo, M. R. (2012). Threat modulates perception of looming visual stimuli. *Current biology*, *22*(19), R826-R827.
- Vicario, G. B., & Zambianchi, E. (1998). *La percezione degli eventi: ricerche di psicologia sperimentale*. Guerini.

- Vicovaro, M., Noventa, S., & Battaglini, L. (2019). Intuitive physics of gravitational motion as shown by perceptual judgment and prediction-motion tasks. *Acta psychologica, 194*, 51-62.
- Wei, X. X., & Stocker, A. A. (2015). A Bayesian observer model constrained by efficient coding can explain “anti-Bayesian” percepts. *Nature neuroscience, 18*(10), 1509-1517.
- Xuan, B., Zhang, D., He, S., & Chen, X. (2007). Larger stimuli are judged to last longer. *Journal of vision, 7*(10), 2-2.
- Zakay, D. (1989). Subjective time and attentional resource allocation: An integrated model of time estimation. In *Advances in psychology* (Vol. 59, pp. 365-397). North-Holland.
- Zakay, D., & Block, R. A. (1995). An attentional-gate model of prospective time estimation. *Time and the dynamic control of behavior, 5*, 167-178.