

**Alma Mater Studiorum – Università di Bologna**

**DOTTORATO DI RICERCA**

**Psicologia Generale e Clinica**

**Ciclo XXI**

**Settore scientifico disciplinari di afferenza: M-PSI/01 PSICOLOGIA GENERALE**

***IL RAPPORTO TRA PERCEZIONE E PREVISIONE  
IN COMPITI DI COMPATIBILITÀ SPAZIALE***

**Presentata dalla candidata**

**VALENTINA BAZZARIN**

**Coordinatore Dottorato**

**PROF. BRUNO BALDARO**

**Relatore**

**PROF. ROBERTO NICOLETTI**

**Esame finale anno 2009**



## **1 INTRODUZIONE**

Lo studio della compatibilità spaziale in un ambiente o in un contesto  
La percezione del movimento  
Elementi di neurofisiologia sulla percezione del movimento  
Via visiva ventrale e via visiva dorsale  
Percepire per agire  
Esperimenti scientifici ed esperimenti mentali  
Schemi motori e schemi di gioco

## **2 SETACCIARE NELLA PERCEZIONE: L'ATTENZIONE**

Definizione di attenzione  
I vincoli dell'attenzione  
Metodi e strumenti per lo studio dell'attenzione  
Deficit percettivi indotti sperimentalmente  
L'attenzione selettiva  
L'attenzione selettiva come selezione per l'azione

## **3 ORIENTARE L'ATTENZIONE: LA COMPATIBILITA' SPAZIALE**

Compatibilità Stimolo-Risposta e selezione dell'azione  
Studi classici  
Terminologia e distinzioni  
Effetti di compatibilità spaziale semplici  
L'effetto Simon

## **4 PARTE SPERIMENTALE: LA DIREZIONE DEL MOVIMENTO E L'ATTENZIONE**

Le Microaffordances e i paradigmi di compatibilità  
Studi con paradigmi di priming motorio-visivo e visuo-motorio  
La compatibilità Stimolo Risposta con oggetti in movimento  
Il contesto ecologico evocato: immagina un'azione di attacco in una partita di pallavolo

Esperimento 1: La compatibilità spaziale con oggetti immaginati in movimento

Esperimento 2: Destination Compatibility Effect utilizzando un paradigma Simon-like

Esperimento 3: Destination Compatibility Effect separando i tre fattori Posizione di Partenza, Destinazione e Posizione della Risposta

Esperimento 4: Il contesto – Destination Compatibility Effect in un contesto meno ecologico

## **CONCLUSIONI**

Possibili sviluppi del lavoro di ricerca

## **BIBLIOGRAFIA**



*Era stato lui ad attirare il mio sguardo fin da subito,  
all'inizio senz'altro per la sua altezza,  
ma poi per il suo modo di muoversi.  
Un movimento stranissimo, molto fluido,  
ma soprattutto molto concentrato su se stesso.  
La maggior parte della gente quando si muove,  
beh, si muove in funzione di ciò che ha intorno.  
(Muriel Barbery)*

## 1 INTRODUZIONE

La citazione con cui si apre questo lavoro è stata tratta in modo atipico da un romanzo<sup>1</sup> invece che da autorevoli testi scritti di psicologia o di filosofia. L'autrice lascia alla voce narrante di un'adolescente con intenzioni suicide il racconto del movimento del mondo. La riflessione di Paloma, questo è il nome della protagonista, è catalizzata da un'immagine sportiva: una partita di rugby in Tv, Francia Vs Nuova Zelanda. Gli All Blacks entrano in campo eseguendo il Ka Mate, un'haka, la danza rituale dei Maori con la quale sfidano gli avversari, e nel movimento sincronizzato e complesso dell'intera squadra la protagonista coglie un senso del movimento.

Muriel Barbery, scrittrice, nell'utilizzo di questa metafora non si distacca molto dal campo di indagine in cui hanno concentrato l'attenzione anche numerosi psicologi e neuroscienziati italiani e stranieri in lavori più o meno attuali. Il contesto sportivo è estremamente suggestivo nel far emergere riflessioni sul movimento e sul controllo del movimento. Ma come può essere descritto il rapporto tra psicologia cognitiva e sport? Quali dinamiche caratterizzano la relazione tra questo contesto e quello delle scienze che tentano di individuare le leggi al suo interno?

La psicologia e la neuropsicologia cognitive individuano i processi (ovviamente) cognitivi coinvolti in un'attività percettivo - motoria complessa e li scompongono in operazioni mentali [Umiltà, 2003]. In questo modo è possibile valutare l'efficienza dei processi cognitivi misurandone la correttezza e la durata.

L'intervento della psicologia cognitiva nello sport non mira a sostituire la psicologia dello sport. Le due discipline coprono ambiti diversi. La prima mira ad estendere le proprie indagini sul controllo motorio in generale ad un campo in cui il movimento è alla base del risultato e le specifiche condizioni permettono un maggior

---

<sup>1</sup> "L'eleganza del riccio" di Muriel Barbery.

controllo delle variabili ambientali. La psicologia dello sport, al contrario, finora ha privilegiato le componenti emotive alla base delle prestazioni sportive, come ad esempio gli aspetti motivazionali della pratica sportiva o la gestione delle dinamiche di gruppo negli sport di squadra.

L'approccio cognitivista parte dal presupposto che qualsiasi gesto atletico costituisce un'abilità percettivo-motoria complessa che è scomponibile in processi cognitivi, a loro volta sono suddivisibili in operazioni mentali. Umiltà [2003] individua tre fasi di un possibile progetto di ricerca. La prima consiste in un'analisi delle abilità percettivo-motorie tipiche di un determinato sport. Per far ciò si possono usare metodi e strumenti impiegati nell'analisi dei processi complessi già sfruttati dalla psicologia cognitiva. La seconda fase consiste invece nel determinare quali dei processi cognitivi e delle operazioni mentali coinvolti nelle specifiche discipline possono determinare la differenza tra chi pratica sport ad alto livello e chi invece non riesce ad ottenere risultati rilevanti. Per esempio, dati empirici dimostrano che giocatori di pallavolo possiedono una particolare abilità cognitiva nell'orientamento dell'attenzione in verticale [Castiello e Umiltà, 1992]. La terza fase consiste nell'individuazione di metodi per la valutazione nei giovani atleti dello specifico sistema di abilità cognitive di ognuno di loro per indirizzarli verso l'attività sportiva più adatta a ciascuno. Il risultato dell'esperimento appena citato di Castiello e Umiltà [1992], condotto sui pallavolisti non dimostra necessariamente che questi giocatori possedessero già una maggiore capacità nella lettura dello spazio verticale. Questa abilità potrebbe essere stata acquisita per mezzo della pratica. Inoltre l'indubbia importanza delle capacità cognitive va sempre rapportata agli aspetti motivazionali nella pratica di ogni disciplina sportiva.

La possibilità di migliorare con l'esercizio alcune prestazioni mentali è confermata dai risultati ottenuti nella neuroriabilitazione cognitiva. Pazienti con lesioni cerebrali che causano deficit cognitivi vengono normalmente sottoposti a procedure di riabilitazione e spesso con successo. Questo dato conferma come l'efficienza dei processi cognitivi e delle operazioni mentali possano aumentare grazie all'esercizio [Umiltà, 2003].

Il limite maggiore individuato in passato nella formulazione di paradigmi sperimentali di stampo cognitivista applicati allo sport consiste nell'individuazione di

un corretto gruppo di controllo. Ciò accade specialmente nel caso in cui si debba confrontare un gruppo di esperti, cioè costituito da atleti estremamente abili. In questo caso un gruppo costituito da non atleti non rappresenta una soluzione corretta, perché lo sviluppo di un'abilità cognitiva particolarmente efficiente potrebbe essere imputabile non tanto alla specifica disciplina, ma alla pratica di uno sport a livello agonistico in generale. Pertanto sarebbe più corretto che il gruppo di controllo fosse costituito da atleti professionisti, ma che praticano una disciplina diversa. Il problema in questo caso è se esiste uno sport o, un'attività in generale, per cui è possibile escludere di volta in volta una specifica operazione mentale. Ovviamente la risposta è no, e la soluzione del problema è probabilmente ancora lontana. Ciò non toglie che l'approccio cognitivista, nonostante la difficoltà nella manipolazione sperimentale delle variabili, porti un contributo indispensabile allo studio delle abilità motorie.

### **Lo studio della compatibilità spaziale in un ambiente o in un contesto**

Nella parte sperimentale di questo lavoro, illustrata a partire dal capitolo 4, il punto di vista è stato capovolto. In questo caso non è la psicologia cognitiva ad applicare i suoi metodi per lo studio dei processi mentali coinvolti nell'esecuzione del movimento in ambito sportivo. L'oggetto della ricerca non è più quello di indagare le specifiche abilità cognitive degli ambienti sportivi, ma piuttosto di come l'ambiente o il contesto sportivo rappresentino situazioni inscrivibili in alcune leggi, con elementi che vincolano l'attenzione lungo traiettorie prevedibili e soprattutto con codici visivi che condizionano anche la prestazione sperimentale in persone che non praticano una determinata disciplina. Lo sport è infatti presente nella creazione di un ambiente virtuale in cui ai partecipanti è richiesto di operare una scelta secondo un tipico paradigma di indagine tipico della psicologia. Si tratta di un compito di discriminazione spaziale, con la differenza che i partecipanti vengono virtualmente proiettati in una situazione artificiale a loro nota, ma di cui non padroneggiano necessariamente le coordinate spaziali né la conoscenza dei movimenti previsti e tantomeno hanno fatto pratica nell'esecuzione dei movimenti. La mancanza di competenza dovrebbe rappresentare un handicap. Un'ulteriore difficoltà nel rispondere dovrebbe derivare dalla richiesta atipica che viene rivolta loro, ovvero viene chiesto di prevedere il

movimento di un oggetto che percepiscono fermo, ma che si muove nello spazio secondo traiettorie vincolate dalle istruzioni e immaginabili grazie ad una conoscenza di massima del contesto.

La situazione ecologica è rappresentata da un'azione di attacco in una partita di pallavolo. I partecipanti sono stati scelti tra gli studenti del dipartimento di scienze della comunicazione e non tra coloro che praticano questo sport. Tutti i partecipanti si sono dichiarati non esperti, nonostante tutti possedessero conoscenze pregresse sullo scopo del gioco (far cadere la palla nel campo avversario facendola passare al sopra di una rete) e avessero giocato saltuariamente durante le ore di educazione fisica a scuola.

I risultati e le caratteristiche di questo esperimento verranno illustrati in seguito, ma è importante sottolineare come lo sport possa rappresentare un ambiente privilegiato per lo studio del controllo motorio, aggiungendo un nuovo elemento di studio, il contesto sportivo, a filtrare la relazione tra gli atleti, i processi cognitivi e il risultato. La dialettica tra sport e psicologia cognitiva esplora nuovi orizzonti. Lo sport diventa un mezzo più sofisticato per l'accrescimento della conoscenza sul controllo motorio e la psicologia cognitiva presta alcuni metodi di indagine allo sport per un miglioramento delle prestazioni (meglio cercare un'altra espressione, perché "prestazione" in ambito psicologico è troppo legato all'idea di performance e risultato).

Studiando l'influenza del contesto si supera anche il limite individuato dallo studio delle abilità specifiche dei giocatori. Non è necessario infatti un gruppo di controllo di non giocatori o uno studio longitudinale per verificare se le abilità è effetto della continua pratica o solo i bambini più dotati diventeranno atleti professionisti, ma è sufficiente svuotare il contesto di ogni aderenza sportiva e ripetere l'esperimento con un gruppo di persone che non hanno partecipato alla prova di stampo sportivo per poi comparare i risultati ottenuti nelle due prove con partecipanti diversi.

## La percezione del movimento

Gran parte della ricerca sulla percezione è stata svolta dando per scontato che gli oggetti della percezione fossero elementi statici. Il buon senso ci suggerisce però che nel nostro quotidiano ci rapportiamo spesso con oggetti in movimento e altrettanto frequentemente noi stessi siamo in movimento nel momento in cui entriamo in relazione con l'ambiente.

Per gli animali la percezione del movimento è di importanza vitale. Per esempio sia prede che predatori fanno dell'alternanza tra stasi e movimento la loro tecnica di difesa o di attacco privilegiata. La preda che avverte l'avvicinarsi di un pericolo fugge, il predatore che cerca di procurarsi il cibo tende ad agguati standosene fermo finché non avvista la sua preda o intuisce la traiettoria in cui tenterà di scappare. Lo scatto del movimento del predatore prende il via da un punto di stasi. Da fermo l'animale attiva lo schema motorio necessario per raggiungere la sua preda.

Negli esseri umani la percezione del movimento non è più funzionale all'esigenza di procurarsi del cibo, ma permane come ulteriore fonte di informazioni sull'ambiente esterno, nonostante possa essere tratto in inganno. Studi sperimentali dimostrano infatti che il sistema visivo umano ha la tendenza di cogliere il movimento anche dove in realtà non è presente, come nel caso del movimento stroboscopico e dell'effetto autocinetico.

Wertheimer [1912] fu tra i primi ad occuparsi del movimento stroboscopico e ad analizzarlo sistematicamente in un paradigma sperimentale. In una camera priva di luce venivano alternatamente proiettate su uno schermo due luci poste in posizioni leggermente diverse. È stato dimostrato che se l'intervallo tra le due illuminazioni successive era di 50 ms, i partecipanti avevano l'impressione che la luce si muovesse da un punto all'altro. Questo fenomeno prende il nome di movimento apparente. Le implicazioni pratiche di questo fenomeno sono svariate. Le luci stroboscopiche delle discoteche, per esempio, fanno ricorso a questa illusione, come cartoni animati e film, dove la veloce sequenza di immagini produce la sensazione di movimento. Per gli psicologi questo fenomeno è importante soprattutto perché

dimostra che un oggetto viene percepito in movimento se il cervello lo coglie in punti diversi dello spazio.

L'altra conseguenza dell'innata tendenza del nostro organismo a cogliere il movimento è l'effetto autocinetico o illusione di movimento, per il quale un punto fermo viene percepito in movimento se osservato in condizioni di perfetta oscurità.

La percezione del movimento si presenta quindi come un fenomeno complesso. Le spiegazioni date in proposito si possono suddividere in due grandi gruppi, il primo indica la percezione del movimento come un effetto dell'ambiente, il secondo, invece, come effetto del contesto. Nel primo caso rientrano i sostenitori dell'approccio della percezione diretta, tra i quali spicca Gibson [1979]. Per loro è l'ambiente a fornire informazioni sul movimento, sia nel caso si tratti di segnali di movimento locale, che riguarda cioè gli oggetti che si muovono mentre altri stanno fermi, sia che si consideri il flusso globale della percezione, ovvero quello che entra in gioco quando tutto intorno a noi si muove. Per capire la distinzione prendiamo ad esempio una situazione piuttosto comune. Siamo in spiaggia, stesi lettino e ci guardiamo attorno. Un bambino corre con il secchiello verso la battigia. Noi lo vediamo muoversi e possiamo seguire il suo percorso a slalom tra gli ombrelloni. Lo vedremo anche nel caso in cui ci passasse davanti mentre noi stiamo osservando un oggetto fermo, come l'ombrellone davanti a noi. Il bambino che corre rappresenta un segnale di movimento locale che si staglia su uno sfondo stazionario che è l'ombrellone davanti al nostro. Per Gibson l'informazione cruciale per la percezione del movimento è il movimento locale dell'oggetto che si sposta in relazione al suo sfondo [Rookes e Wilson 2000]. Se invece fossimo noi a essere in movimento, come ad esempio accade mentre passeggiamo lungo la battigia, e spostassimo il nostro sguardo sul pattino del bagnino messo in secca sulla spiaggia, ci troveremo immersi nel flusso ottico globale. La funzione del flusso ottico globale è quella di fornire informazioni sugli effetti del nostro movimento. Il limite di questa descrizione è quello di non poter spiegare l'effetto autocinetico.

Gibson coglie l'opportunità datagli dagli studi sulla percezione del movimento per criticare gli esperimenti eseguiti in laboratorio, poiché le situazioni sono necessariamente artificiali. Lo studioso ritiene che il compito degli studi sulla percezione sia quello di spiegare la percezione nella vita reale.

Per spiegare gli effetti attribuiti al contesto prendiamo ad esempio un paradigma sperimentale proposto da Ramachandran e Anstis [1986]. Ai partecipanti venivano presentate successivamente due croci con inclinazione diversa. Il compito era quello di distinguere in che senso avveniva la rotazione (vedi fig. 1, parte A). I partecipanti riferivano che le croci ruotavano in senso orario o antiorario. Se però prima delle due croci veniva presentata un'altra croce (vedi fig. 1, parte B), tutti i partecipanti riferivano di vedere la croce muoversi in senso orario. Ciò indica che gli osservatori assumono che il movimento di regola continuerà nella direzione in cui è cominciato (in accordo con il principio di "buona continuazione" già individuato da Wertheimer [1912] tra le costanze percettive).

Un'altra interessante ricerca tesa a confermare l'effetto del contesto sulla percezione del movimento è stata presentata da Shiffar e Freyd [1993]. L'obiettivo dei ricercatori era di studiare il concetto di vincolo del tragitto minimo (*shortest path constraint*). Con questo termine ci si riferisce al fenomeno per cui quando uno stimolo viene rapidamente alternato con un altro, l'osservatore percepirà un movimento apparente lungo il più breve tragitto possibile.

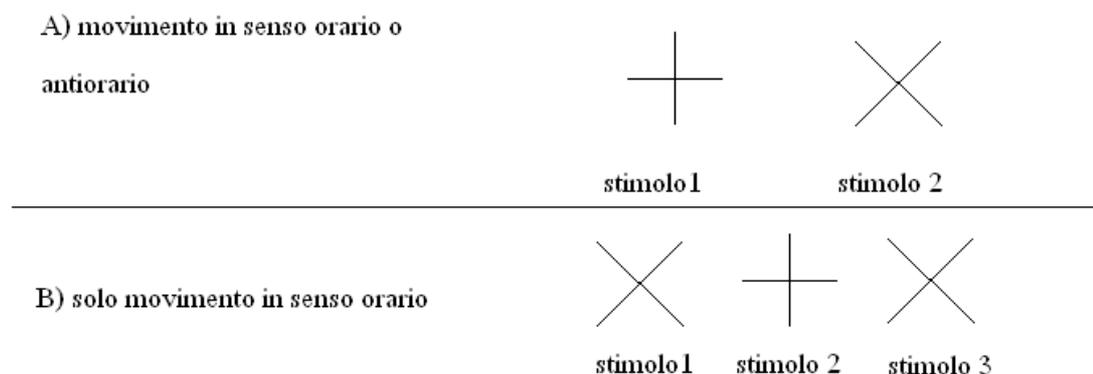


Figura 1: Stimoli utilizzati da Ramachandran e Anstis [1986]

Nell'esperimento condotto da Shiffar e Freyd ai partecipanti venivano mostrate in sequenza due fotografie di una giovane donna con i pugni alzati. Nella prima foto la donna teneva le braccia ben dritte davanti a sé. Nella seconda foto le braccia erano incrociate. Le due immagini venivano proiettate velocemente e alternate tra loro, in modo tale che le braccia apparissero in movimento. Secondo il vincolo del tragitto minimo, ci si aspettava che gli osservatori vedessero le braccia muoversi una attraverso l'altra. I partecipanti riferivano invece di vedere un braccio che passava sotto l'altro. La conclusione cui si è giunti è che i partecipanti scartassero la traiettoria che avrebbero scelto perché non era possibile fisicamente che si verificasse quel tipo di fenomeno. Questa spiegazione comporta che il contesto è una variabile che incide sulla percezione del movimento, nonostante non sia ancora del tutto chiaro il funzionamento di tutti i meccanismi sottostanti.

La complessità del movimento è stata dettagliatamente descritta da Alain Berthoz, ingegnere, psicologo e neurofisiologico, oltre che professore presso il Collège de France. Il senso del movimento per Berthoz [1997] è dato dalla cooperazione di molte popolazioni recettoriali. Il cervello deve restituire in modo coerente il movimento del corpo e dell'ambiente. Nel caso in cui questa coerenza risulti impossibile il corpo reagirà producendo delle illusioni, che rappresentano una soluzione all'incongruenza tra le informazioni sensoriali e le loro rappresentazioni interne anticipate.

## **Elementi di neurofisiologia sulla percezione del movimento**

All'inizio di questo capitolo abbiamo accennato a come psicologia e neuropsicologia cognitiva abbiano dialogato e collaborato con la scienza dello sport. Finora abbiamo parlato principalmente di esperimenti condotti con metodi comportamentali di pertinenza della psicologia. Verifichiamo quindi l'apporto dato dalla seconda disciplina.

La neuropsicologia studia in modo sistematico pazienti con lesioni cerebrali dando un importante contributo alla comprensione dei processi cognitivi. L'osservazione ha infatti permesso di determinare come la presenza di lesioni cerebrali localizzate possa determinare la comparsa di specifici disturbi cognitivi. Già

nel 1861 Paul Pierre Broca<sup>2</sup> intuì l'importanza della relazione tra aree lesionate e funzioni cognitive. Broca descrisse per esempio il caso di un paziente che presentava un marcato disturbo nel produrre spontaneamente frasi sensate. Quando il paziente morì, durante l'autopsia, il medico scoprì una lesione in una piccola area localizzata nel lobo frontale di sinistra causata probabilmente dalla sifilide. Broca concluse che quell'area era al centro del linguaggio articolato (vedi fig. 2). A questa prima osservazione ne seguirono molte altre su pazienti con disturbi e lesioni diverse. I disturbi potevano riguardare in modo diverso l'area gnosica (percezione e riconoscimento di simboli), quella prassica (organizzazione delle azioni) o, come nel caso del primo paziente, la sfera linguistica.

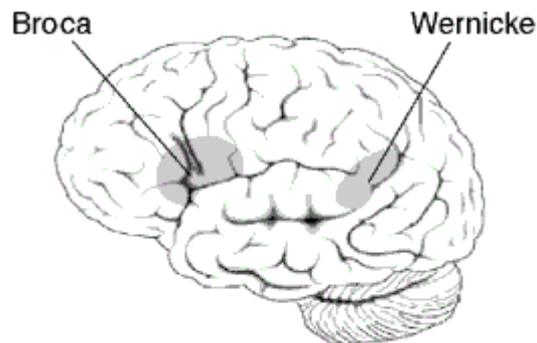


Figura 2: Collocazione dell'Area di Broca e di Wernicke

Fonte: Wikipedia

A loro volta le lesioni possono essere determinate da cause diverse. Possono avere origine vascolare, causate da un infarto o un'emorragia, neoplastiche, infiammatorie, degenerative o traumatiche. In anni più recenti nuove tecniche

---

<sup>2</sup> Paul Pierre Broca (Sainte-Foy-la-Grande, 28 giugno 1824 – Parigi, 9 luglio 1880) è stato un antropologo, neurologo e chirurgo francese. I suoi interessi sulla craniometria, lo portarono a fare studi e scoperte eclatanti, tanto che ancora oggi si parla di afasia di Broca per indicare l'afasia determinata dalla lesione dell'area (detta area di Broca) della circonvoluzione frontale inferiore dell'emisfero sinistro. Ancora oggi i cervelli di alcuni pazienti analizzati da Broca, vengono esposti nei musei della scienza francesi. Broca inoltre è stato uno dei precursori nel campo della antropologia, dato che fondò nel 1859 la "Anthropological Society" e la "School of Anthropology" a Parigi nel 1876. I suoi scritti di antropologia, di chirurgia, di anatomia e di neurologia ebbero grande rilevanza,. Nel settore della medicina, divulgò i suoi studi riguardanti la patologia del cancro, i sintomi e le cure degli aneurismi, la mortalità infantile.

d'indagine hanno permesso di indagare i correlati anatomo-funzionali dei processi cognitivi anche in individui sani, partendo dalle informazioni ottenute dallo studio di pazienti con lesioni. Due metodi frequentemente utilizzati per la visualizzazione delle regioni cerebrali attive o inattive durante un compito sono la PET<sup>3</sup> (**Tomografia ad emissione di Positroni**) e la fMRI<sup>4</sup> (**Risonanza Magnetica nucleare funzionale**). Queste tecniche non sono invasive e sono in grado di rilevare le modificazioni locali del flusso sanguigno e del metabolismo cerebrale durante ogni tipo di attività (anche solo cognitiva) come pensare di camminare, fare delle operazioni aritmetiche o leggere.

La funzione principalmente coinvolta nell'ipotesi che indagheremo sperimentalmente nella seconda parte di questo elaborato è la capacità del cervello di anticipare le conseguenze dell'azione (la propria o quella degli altri) per guadagnare tempo a preparare, anticipando il dato percettivo, una risposta motoria adeguata. Il cervello non opera da solo nel movimento e l'obiettivo evolutivo è stato raggiunto tramite cambiamenti che hanno coinvolto tutto il corpo, non le sole funzioni cognitive. L'architettura dello scheletro, i recettori sensoriali e la complessità del sistema nervoso sono tutti i meccanismi biologici che si sono evoluti per permetterci di prevedere l'azione. Questi meccanismi ci permettono di generare modelli interni del mondo e del nostro corpo e alla nostra mente di lavorare in maniera proattiva e non reattiva. Le proprietà raffinate del pensiero e della sensibilità umana sono costruite da processi dinamici, da relazioni che cambiano in continuazione per adattarsi all'ambiente e allo stato del corpo. Il cervello è secondo Berthoz (1997) un

---

<sup>3</sup> Durante un esame eseguito con la PET al paziente o ad una persona sana a scopo sperimentale viene somministrato una sostanza che si concentra selettivamente nelle regioni cerebrali metabolicamente attive e incorpora nella sua molecola una sostanza che emette positroni. I positroni, interagendo con gli elettroni, liberano raggi gamma che sono poi rilevati e registrati da un sensore. Quando un soggetto durante una sessione sperimentale, per esempio, esegue il compito attribuito dallo sperimentatore, la sostanza somministrata renderà visibili alcune aree, concentrandosi nelle regioni cerebrali che si attivano.

<sup>4</sup> La risonanza magnetica nucleare sfrutta una proprietà degli atomi per cui, in presenza di un campo magnetico, tendono ad allinearsi come tanti aghi di una bussola lungo il campo magnetico della terra. Se stimolati tramite onde radio questi atomi emettono a loro volta onde radio caratteristiche per il numero di atomi presenti e per le proprietà dell'ambiente chimico-fisico circostante. Il principio che descrive questo fenomeno è che specie nucleari diverse assorbono energia di onde radio con particolare frequenza. Questa capacità di assorbire viene chiamata Risonanza Magnetica Nucleare. Quando a questa caratteristica viene associata una variazione nelle proprietà magnetiche del sangue e ai cambiamenti di concentrazione di ossigeno relative ad una specifica funzionalità del cervello si ottiene una Risonanza Magnetica Funzionale.

*simulatore biologico*, che predice attingendo dalla memoria e formulando delle ipotesi. Questo processo avviene in maniera inventiva e non semplicemente emulando o reagendo alla realtà.

La mente è fluida e flessibile. Questa instabilità crea infinite possibilità di combinazione e una complessità difficile da descrivere, soprattutto quando il tentativo si traduce in un abbozzo di grammatica o con il semplice accumulo di informazioni.

### **Via visiva ventrale e via visiva dorsale**

Tradizionalmente si è sempre ritenuto che le rappresentazioni mentali e i processi sensoriali che vengono attivati nel caso in cui si riconosca un oggetto e nel caso in cui si voglia, per esempio, afferrare quello stesso oggetto, fossero le stesse. Studi recenti hanno invece dimostrato come questi due aspetti della percezione siano diversi, possano essere distinti in percezione per il riconoscimento e percezione per l'azione e dipendano da due vie nervose diverse. La via visiva dorsale, diretta dal lobo occipitale al lobo parietale, è dedicata selettivamente alla percezione della posizione degli oggetti nello spazio e ci indica quindi "dove sono". La via visiva ventrale, diretta dal lobo occipitale al lobo temporale, è responsabile dell'analisi delle caratteristiche necessarie per il riconoscimento di un oggetto e ci indica quindi "cosa sono" [Pellegrino, 2004].

Secondo l'ipotesi di Ungerleider e Mishkin [Ungerleider e Mishkin, 1982], l'analisi delle informazioni spaziali e delle caratteristiche dell'oggetto convergono in una singola rappresentazione visiva da cui dipende la percezione consapevole del mondo esterno e il controllo delle azioni.

Per Goodale e Milner invece, la via visiva dorsale analizza le informazioni legate allo spazio e all'oggetto per guidare, in modo parzialmente inconsapevole, le interazioni motorie con l'ambiente circostante (percezione per l'azione). La via visiva ventrale, invece, analizza informazione legate allo spazio e all'oggetto per la percezione esplicita e consapevole del mondo (percezione per la consapevolezza) [Milner e Goodale, 1995].

Una proposta simile era stata avanzata poco tempo prima anche da Jeannerod [1994] che distingue tra rappresentazione semantica, che permette di accedere al significato, e rappresentazione pragmatica, prevalentemente motoria.

La possibile dissociazione tra consapevolezza dell'oggetto e azione indotta dallo stimolo, in alternativa alla più classica distinzione tra percezione spaziale e concettuale, trova sostegno negli studi condotti su pazienti affetti da deficit percettivi. Soggetti con agnosia visiva, cioè difficoltà nel riconoscimento di oggetti, mantengono intatta la capacità di raggiungerli o afferrarli in modo appropriato.

La differenza tra le due possibili diverse rappresentazioni sembra essere particolarmente incisiva quando l'azione deve realizzarsi in un tempo particolarmente breve. Creem e Profitt [1998] hanno dimostrato che la memoria motoria ha una durata piuttosto ridotta: dopo un certo tempo è necessaria una rappresentazione semantica dell'oggetto perché l'azione si realizzi in modo appropriato.

Come già premesso, il passaggio dalla percezione visiva all'azione vera e propria può essere diretta lungo due vie: la via diretta percezione-azione, mediata dal sistema dorsale, e la via indiretta che passa attraverso il lobo temporale (che veicola l'informazione concettuale) per poi passare al lobo parietale (dove hanno origine i programmi motori) [Ruminati e Humphreys, 1998].

Anche in questo caso la distinzione teorica è supportata da evidenza empiriche derivanti da indagini condotte su pazienti con deficit. Persone affette da afasia ottica, un deficit del linguaggio, non sono in grado di nominare oggetti presentati visivamente, ma possono interagire normalmente con essi.

I pazienti affetti da un altro disturbo, l'atassia ottica (dal greco *a*, cioè "senza" e *tàxis*, ovvero "ordine"), sono in grado di riconoscere gli oggetti, ma non riescono a dirigere correttamente l'azione verso l'obiettivo. L'errore consiste nella valutazione della traiettoria quando muovono l'arto superiore o gli occhi verso gli oggetti presenti nel campo visivo. Per esempio se si chiede ad uno di questi pazienti di afferrare una tazza saranno evidenti le difficoltà del soggetto nell'adattare l'apertura della presa alla dimensione dell'oggetto. Questo deficit è dovuto solitamente ad una lesione della porzione superiore della corteccia parietale [Di Pellegrino, 2004].

Un ultimo caso è quello dei pazienti affetti da aprassia. L'aprassia è la perdita della capacità di eseguire sequenze motorie apprese con l'esperienza, in assenza di

disturbi elementari del movimento. Ad esempio, il malato può essere incapace di allacciarsi le stringhe delle scarpe, aprire una porta, accendere la televisione. In genere l'aprassia è l'incapacità di compiere gesti complessi o di assumere posture. Anche questo deficit non compromette le capacità di riconoscimento e si può quindi escludere che si tratti di un problema di tipo visivo. E' riscontrabile anche in questo caso però una difficoltà di interazione con gli oggetti [Sirigu et al., 1991].

Gli studi finora presentati dimostrano che esiste una via veloce e diretta, non semantica, che dalla percezione conduce all'azione. Questa idea differisce dalla concezione tradizionale secondo la quale abbiamo accesso ad una sola rappresentazione del mondo esterno che viene usata per tutti i tipi di comportamento o decisione. Recentemente, però, sono state proposte teorie che propongono una drastica riduzione delle funzioni attribuibili alla via dorsale [Buxbaum, Shwartz e Carew, 1997]. Una lettura di dati empirici dimostra in particolare come la via dorsale si attivi principalmente nel caso in cui al soggetto vengano presentati oggetti sconosciuti o di cui non conosce l'utilizzo possibile, oppure per oggetti molto semplici. Gli oggetti noti attivano il sistema semantico, cioè quello deputato al riconoscimento, che ci permette di interagire con loro in modo appropriato.

Creem e Profitt [2001] hanno proposto uno studio comportamentale particolarmente significativo perché dimostra come per afferrare un oggetto non sia necessario l'accesso al sistema semantico. Gli sperimentatori filmavano i partecipanti all'esperimento. Il compito era di sollevare e collocare, su un pezzo di carta, un oggetto dotato di manico (come ad esempio una tazzina, un coltello o una spazzola). L'oggetto poteva essere orientato in tre diverse direzioni. Gli sperimentatori valutavano con quale grado di accuratezza veniva afferrato. I partecipanti erano stati precedentemente suddivisi in tre gruppi. A due di questi gruppi veniva affidato un doppio compito, mentre il terzo fungeva da gruppo di controllo. Ad uno dei due gruppi con doppio compito era posto un quesito di tipo semantico. Dovevano imparare a memoria delle coppie di parole e sentendo la prima parola dovevano rispondere con la seconda. All'altro gruppo era affidato un compito di natura spaziale. L'ipotesi era che se il secondo compito interferiva con il primo era perché per la loro esecuzione contemporanea l'organismo doveva accedere alle stesse risorse cognitive. I risultati hanno evidenziato che né il gruppo di controllo né il gruppo con il secondo compito di

natura spaziale avevano problemi ad afferrare correttamente i diversi oggetti per il manico. Il gruppo con il secondo compito di tipo semantico, invece, ha prodotto una prestazione poco accurata, caratterizzata da un elevato numero di errori. Si può affermare quindi che il sistema semantico interagisce con quello motorio. I risultati ottenuti sono stati letti come una dimostrazione di come la capacità di afferrare oggetti non implichi l'intervento del sistema semantico per il loro riconoscimento, ma la capacità di interagire con essi tiene conto della loro funzione. Per afferrare un oggetto c'è bisogno di due rappresentazioni mentali: una che ci indichi dove afferrarlo, l'altra come afferrarlo. La seconda rappresentazione necessita della comprensione dell'oggetto.

### **Percepire per agire**

In ambito sportivo, ma non solo, la relazione tra percezione e movimento è molto stretta, tanto che alcuni autori si sono sbilanciati fino a sostenere che andrebbero affrontati come un sistema funzionale unitario [vedi ad esempio Lee e Young, 1986; Arbib, 1987; Warren, 1988; Kelso, Del Colle e Schoner, 1990]. E' dimostrato che nei primi anni di vita le interconnessioni tra sistema percettivo e sistema motorio siano molto intense e il loro sviluppo proceda parallelamente e in modo interdipendente [Thelen, 1986 e von Hofsten, 1990].

Per alcuni psicologi la funzione principale della percezione è quella di garantirci una sufficiente conoscenza del mondo. Le informazioni inviate dal nostro sistema sensoriale giungono al cervello, dove vengono elaborate per costruire una rappresentazione della realtà. Questo modello è alla base della nostra coscienza percettiva e le informazioni che lo costituiscono servono per programmare ogni nostra azione.

Il rapporto tra noi e l'ambiente in cui ci troviamo immersi è sempre duplice e per questo è necessario un continuo bilanciamento tra le informazioni sullo stato dello spazio attorno e sulla nostra posizione nello spazio. Il movimento può essere infatti letto come un modo per adattare il mondo esterno ad uno scopo interno, ma è altrettanto vero che ogni movimento è condizionato da parametri ambientali che ne influenzano le modalità di esecuzione.

## Esperimenti scientifici ed esperimenti mentali

Una parte essenziale della ricerca scientifica consiste nella sperimentazione. Un esperimento serve a comprovare o a invalidare una particolare teoria attraverso la conferma o meno delle previsioni compiute in base ad essa. Sebbene ogni disciplina scientifica abbia la sua particolare metodologia sperimentale questo schema generale è condiviso da tutte le scienze particolari: vengono fatte delle ipotesi; si procede alla ricerca sul campo o si costruisce in laboratorio una situazione in cui tali ipotesi possano essere messe alla prova; si confrontano i risultati ottenuti con le ipotesi iniziali per verificare il grado di esattezza delle previsioni.

Esiste, tuttavia, un altro impiego legittimo del termine “esperimento”, anche se del tutto differente, il quale si riferisce alla ideazione di situazioni puramente teoriche non passibili, in senso contingente o assoluto, di una effettiva realizzabilità pratica: gli esperimenti mentali. Va da sé che compiere un esperimento scientifico attenendosi a una metodologia precisa e riproducibile è molto diverso dall'ipotizzare una situazione ideale in cui viene messa alla prova l'efficacia di alcuni concetti nel descrivere situazioni teoricamente concepibili, o, in altri termini, nell'inscenare mondi possibili. Tuttavia, l'utilità di un esperimento mentale è indubbia. Attraverso di esso circostanze empiricamente irrealizzabili, sia nel senso di una mancata acquisizione tecnica meramente contingente, come nell'esperimento einsteiniano dei gemelli<sup>5</sup> in merito alla relatività delle misurazioni temporali (viaggi su scala macroscopica a una velocità confrontabile a quella della luce potranno essere resi disponibili dallo sviluppo di nuove tecnologie), sia in quello di un'impossibilità fattuale non vincolata

---

<sup>5</sup> La teoria della relatività di Einstein genera anche dei paradossi apparenti riguardanti il tempo. Uno dei più noti è il cosiddetto paradosso dei gemelli: un gemello parte per un viaggio lontano con la sua astronave, che gli permette di andare a una velocità prossima a quella della luce. Al suo ritorno sulla Terra sarà più giovane del fratello gemello rimasto a casa. E fin qui ci siamo, secondo le conseguenze della relatività. Secondo la stessa relatività però tutti i sistemi di riferimento sottoposti ad uguale moto (e quindi privi di accelerazioni e di cambiamenti di direzione) sono uguali tra di loro. Ciò significa, in sostanza, che per il gemello sull'astronave è la Terra a muoversi ad una velocità prossima a quella della luce, e quindi secondo lui (e secondo la relatività avrebbe ragione) dovrebbe essere il gemello sulla Terra il più giovane. Il paradosso consiste quindi in questo: Qual è il più giovane? o, in altre parole, per quale dei due è passato meno tempo? Esso si risolve considerando i cambiamenti di moto che il gemello sull'astronave ha fatto e che la Terra (verosimilmente) non ha seguito: ha accelerato durante la partenza, ha "fatto retromarcia" per tornare sulla Terra dopo aver raggiunto la sua meta, magari quando l'aveva raggiunta si è fermato, e ha decelerato per riuscire a fermarsi nelle vicinanze della Terra o dell'altra destinazione. Avendo fatto tutti questi movimenti "in più", ne consegue, relativisticamente parlando, che è il gemello sull'astronave il più giovane

temporalmente, come nel caso della nave galileiana<sup>6</sup> utilizzata per illustrare la relatività del moto (nel mondo reale non si darà mai il caso di un moto costantemente uniforme), possono essere costruite e logicamente testate per verificare la plausibilità delle formulazione teoriche cui assegniamo il compito di spiegare scientificamente, cioè in modo prevedibile, la realtà.

Se l'esperimento scientifico ha come fine quello di indagare un qualche aspetto del mondo fenomenico, l'esperimento mentale si pone l'obiettivo di vagliare la verosimiglianza delle teorie e la coerenza logica delle assunzioni fondamentali sulle quali esse si reggono, anche per mezzo della costruzione di situazioni contrarie all'intuizione allo scopo di indirizzare la ricerca scientifica verso un cammino piuttosto che un altro, fatto salvo il vincolo della loro confrontabilità con la realtà almeno sotto certi aspetti; l'uno ha la forza del fatto, l'altro la seduzione del concepibile.

A queste due tipologie sperimentali se ne può aggiungere una terza, peculiare e caratterizzante le scienze cognitive e in questo lavoro la ricerca di un contesto ecologico difficilmente ricreabile in laboratorio: quella relativa alla realizzazione effettiva di simulazioni dei fenomeni mentali, nel senso più ampio del termine "simulazione", che coinvolge le differenti impostazioni delle scienze cognitive, quella più tradizionale e quella cosiddetta nuova (prima connessionista e poi evolutiva), ma anche ogni prospettiva che preveda il superamento della loro contrapposizione a favore di una più produttiva complementarietà.

Esperimenti simulativi sono una sorta di grado intermedio fra gli esperimenti scientifici tradizionali e quelli mentali. Dei primi dovrebbero ereditare la prevedibilità, la riproducibilità, la ricerca dell'esattezza quantitativa, laddove possibile,

---

<sup>6</sup> Citazione da G. Galilei ne "Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo" [1632] in cui spiega il concetto di relatività utilizzando un esperimento mentale. Il lettore viene con le immagini evocate dal racconto trasportato sottocoperta di una nave, in modo da non essere soggetto all'attrito dell'aria, e qui, sottocoperta, iniziano a verificarsi gli stessi avvenimenti, senza che ci possa essere nulla che permetta di rilevare il moto della nave.: [...] *Riserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran naviglio, e quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animalletti volanti; siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; suspendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vada versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca che sia posto a basso; e stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animalletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza. I pesci si vedranno andar notando indifferentemente per tutti i versi, le stille cadenti entreranno tutte nel vaso sottoposto; e voi gettando all'amico alcuna cosa, non più gagliardamente la dovrete gettare verso quella parte che verso questa, quando le lontananze sieno eguali; e saltando voi, come si dice, a piè giunti, eguali spazii passerete verso tutti le parti. [...]*

l'intersoggettività e la governabilità; dei secondi la plausibilità e la coerenza logica, o la loro esplicita e consapevole negazione (come nei procedimenti per assurdo e nei controfattuali), la libertà dell'intuizione che di volta in volta li ispira e il grado di realismo che li rende accettabili e confrontabili con il fenomeno che deve essere indagato

## **Schemi motori e schemi di gioco**

Lo schema motorio può essere definito come una rappresentazione mentale di regole, concetti e relazioni generata grazie all'esperienza e dalla quale vengono tratte le specificazioni richieste per eseguire una particolare versione del movimento. La mappa cognitiva attivata per la realizzazione di una determinata azione negli sport di squadra, deve essere coordinata con quella di tutti gli altri componenti nel gruppo. Per ottenere una perfetta sincronia è necessario che gli atleti di una stessa formazione condividano sia gli schemi motori generali della disciplina che quelli delle tattiche da attuare nei vari momenti di gioco.

La rappresentazione dei modelli di azione possibili e la loro realizzazione in coordinazione, si ottiene per mezzo di ripetute sedute di allenamento. Spesso gli allenatori di pallavolo fanno provare i movimenti di squadra "a secco", cioè senza palla, per far memorizzare al meglio la sequenza di azioni previste da un determinato schema. Generalmente viene disposta sul campo una formazione tipo. Agli atleti viene rappresentato, verbalmente, un possibile momento di gioco, come, per esempio, un attacco dal centro di seconda linea da parte della squadra avversaria. La formazione deve assumere la configurazione migliore per difendere questo particolare tipo di attacco. L'allenatore per dare un'idea del tempo dell'azione avverte che l'attacco avverrà nel momento in cui lui batterà le mani. Le atlete attenderanno il segnale di "via" e da quel momento cominceranno a muoversi nello spazio di loro competenza per "coprire" la maggior porzione possibile dell'intera superficie del campo. Almeno un'atleta salterà "a muro" per tentare di bloccare la palla prima che superi la rete e per ridurre il numero di traiettorie possibili per l'attacco. La palleggiatrice si escluderà, arretrando, dalla difesa, per essere pronta a ricevere il secondo tocco e preparare l'azione di attacco di risposta. Le persone impiegate in difesa, raggiunta la posizione ottimale, abbasseranno il baricentro del corpo,

flettendo le gambe, e sposteranno il peso verso avanti in modo da essere pronte per scattare a raggiungere la palla.

In generale il movimento di una squadra di pallavolo che si prepara ad un'azione è simile a quello eseguito da una squadra di nuoto sincronizzato durante una coreografia. L'unica differenza rilevante riguarda la tipologia di movimenti che ogni atleta deve eseguire. Mentre nel nuovo sincronizzato l'armonia è data dalla contemporanea esecuzione dello stesso movimento da parte di tutte le atlete, nella pallavolo i movimenti differiscono da ruolo a ruolo, da momento a momento e da posizione a posizione. Per essere un discreto giocatore di pallavolo è necessario immagazzinare il più vasto numero di situazioni possibili, per anticipare la traiettoria della palla e trovarsi al posto giusto al momento giusto per eseguire l'azione in modo ottimale. La velocità raggiunta dalla palla, specialmente in un'azione di attacco, non permette di avvalersi della percezione visiva per effettuare i movimenti necessari alla risposta.

Gli schemi di gioco esistono sia per l'attacco che per difesa e ricezione. Quando trasmettono partite di pallavolo per televisione è possibile notare che il giocatore sotto rete comunichi ai compagni di squadra quale sarà l'azione di attacco per cui predisporre. Questa comunicazione avviene per segni convenzionali effettuati con una o due mani. I segnali sono più o meno standard, ma il significato cambia a seconda delle varie formazioni. Ogni squadra dispone di un proprio codice. La presenza di segnali comuni a tutti permetterebbe agli avversari di conoscere in anticipo le intenzioni della squadra e anticipare ulteriormente la disposizione per la difesa.

La particolarità di questa segnalazione consiste nel fatto che si tratta dell'attivazione di uno schema che si effettuerà solo nell'eventualità in cui ricezione e difesa funzionino nel migliore dei modi. Per i non addetti è necessario forse un ulteriore chiarimento. L'azione viene chiamata durante l'intervallo compreso tra la fine di un'azione e la rimessa in gioco della palla e si riferisce allo schema da attuare dopo che l'altra squadra avrà ricevuto la battuta, avrà costruito a sua volta un'azione di attacco che sarà stata difesa in modo tale da rendere ri-giocabile la palla. Sembra utopistico ed inutile pensare di programmare un'azione dopo questa lunga serie di "se", ma più elevato è il livello della competizione più è probabile che tutti questi

eventi si verificano in una concatenazione a volte anche piuttosto lunga e che si concluda con l'assegnazione del "punto".

Gli schemi di gioco possono costituire anche una strategia specifica per affrontare, in gara, formazioni di cui sono note determinate lacune o caratteristiche di gioco. In tutti gli sport di squadra gli allenatori sono dotati di blocchi o lavagnette su cui è stilizzato il campo di gioco visto dall'alto. All'interno di questo campo vengono collocati i giocatori, che possono essere simboleggiati da un triangolino, da un numero o indicati con il loro nome. In questi disegni, che rappresentano la posizione di partenza di ogni giocatore, sono presenti dei vettori che indicano il movimento da effettuare da ogni posizione in determinate situazioni. Lo schema in questo modo assume dinamicità e permette all'allenatore di far visualizzare ai suoi atleti l'azione. L'obiettivo in ogni sport di opposizione è quello di prevedere le mosse degli avversari e sorprenderli con le proprie.

*Percepire è veder scaturire  
da una costellazione di dati  
un senso immanente  
(Merleau-Ponty)*

## **2 SETACCIARE NELLA PERCEZIONE: L'ATTENZIONE**

### **Definizione di attenzione**

E' estremamente difficile definire cosa si intenda per attenzione, nonostante sia un termine spesso usato nel linguaggio quotidiano. Uno degli ostacoli maggiori è rappresentato dal fatto che questo termine venga usato per descrivere una grande varietà di fenomeni molto diversi tra loro. Per attenzione si può intendere, in modo molto generale, il tentativo di dirigere l'interesse di qualcuno verso un oggetto o un evento. Prendiamo ad esempio una situazione piuttosto comune. Siamo passeggiando in un luogo affollato in compagnia di un amico e tra la gente notiamo una vecchia conoscenza di entrambi. Il nostro amico però non riesce a vederlo a sua volta e, per aiutarlo nella ricerca, dobbiamo dargli alcune indicazioni. Gli diremo per esempio di guardare alla sua sinistra, oltre le panchine, la persona con il cappotto nero e la sciarpa verde. Presumibilmente, per cercare questa persona, il nostro amico selezionerà l'informazione rilevante, tralasciando quella irrilevante, come i cartelloni pubblicitari sullo sfondo o il gruppo di turisti vicini alla statua di Garibaldi. Avrà anche delle aspettative rispetto alle fattezze (altezza, corporatura, etc.) della persona e cercherà di verificare la presenza o meno di queste caratteristiche tra le persone presenti nella zona da noi indicata. L'aspettativa e l'anticipazione possono infatti aumentare l'efficienza della selezione [Stablum 2002]. Se tuttavia all'improvviso si sente forte il rumore di una frenata, nonostante il nostro amico sia concentrato nella sua ricerca, non c'è dubbio che sarà distratto da questo nuovo evento. La definizione di attenzione come direzione dell'interesse, data precedentemente, è necessariamente piuttosto ingenua e approssimativa. Con questo semplice esempio abbiamo dimostrato infatti come per individuare una persona tra la folla sia necessario prestare attenzione a chi ci sta intorno, selezionare le informazioni più rilevanti per questa ricerca e, di conseguenza, ignorarne altre. In modo più preciso l'attenzione può essere descritta come un insieme di processi di

selezione che il cervello mette in atto nei confronti degli stimoli che giungono dal mondo esterno attraverso gli organi di senso [Turatto 2004].

La necessità di approfondire gli studi sull'attenzione era già stata rilevata da William James, in *Principi di psicologia*, alla fine dell'800 [James 1890]. Nell'opera venivano delineate alcune caratteristiche dei processi cognitivi ancora attuali e che rappresentano un punto di partenza per le ricerche degli psicologi contemporanei. James descrive l'attenzione così:

*«Ognuno sa cosa sia l'attenzione. Essa è l'atto per cui la mente prende possesso in forma limpida e vivace di uno fra tanti oggetti e fra tante correnti di pensieri che si presentano come simultaneamente possibili. [...] Essa implica l'abbandono di certe cose, allo scopo di trattare più efficacemente con altre, ed è uno stato che trova precisamente il suo opposto in quello stato di dispersione, confusione, che [...] viene detto "distrazione".»*  
[ibidem, 298]



Figura 1: Un crivello è un setaccio paragonabile ai setacci utilizzati dai cercatori d'oro nel Klondike. La loro funzione è quella di lasciar passare alcune cose e di trattenerle altre, quelle che interessano, che nel caso di un programma possono essere i numeri primi, mentre se siamo dei cercatori d'oro sono pagliuzze o piccole pietre preziose. Un setaccio consente di individuare ciò che ci interessa per mezzo della separazione. La natura è piena di crivelli se ne trovano in abbondanza ovunque, è sufficiente essere dei buoni osservatori per vederli. La funzione che svolgono è quella di conferire un ordine a ciò che a prima vista appare disposto casualmente. Se osserviamo una spiaggia ghiaiosa con attenzione ci accorgeremo che la disposizione segue delle linee precise: i ciottoli più grossi avranno la tendenza a essere raggruppati insieme in determinati luoghi, come quelli più piccoli in altri.

Fonte: <http://lealidellafarfalla.wordpress.com>

Quel che lega ma distingue il processo cognitivo dell'attenzione dalla semplice percezione è l'intervento di una selezione volontaria o involontaria di un sentiero di stimolazione privilegiato nel panorama della stimolazione disponibile. L'argomento della **percezione** viene generalmente introdotto dalla definizione di stimolo e di sensazione. Uno stimolo è una particolare manifestazione delle diverse forme di energia e la sensazione consiste nell'impressione immediata e semplice che corrisponde ad una determinata intensità dello stimolo fisico [Anolli e Legrenzi, 2001]. L'impressione possiede quindi due caratteristiche: per definizione è soggettiva ed è condizionata dal momento e dallo specifico evento che la genera. Si può affermare che la sensazione è un'esperienza privata, ma nonostante sia riconducibile al singolo e si tratti di un evento personale è allo stesso tempo comunicabile, confrontabile e comprensibile. E' esperienza comune che le sensazioni di un individuo siano simili a quelle di un altro, soprattutto nel caso in cui entrambi percepiscano un medesimo stimolo nelle medesime condizioni.

## **I vincoli dell'attenzione**

L'essere umano si trova continuamente a dover elaborare una quantità di informazioni sensoriali troppo elevata per essere, in ogni istante, consapevole di tutto. Un esempio è quando per esempio due persone cominciano a parlare contemporaneamente. Per l'ascoltatore è impossibile seguire il discorso di entrambi. Questo accade perché la quantità di risorse cognitive a disposizione dell'essere umano è limitata. Questa limitatezza risulta particolarmente evidente nella gestione delle informazioni in ingresso che devono essere utilizzate per formare un percetto cosciente i cui contenuti sono poi utilizzati per altre funzioni cognitive, come il ragionamento o la presa di decisioni [Turatto 2004].

La prestazione attentiva è il risultato di numerosi fattori, come per esempio il sistema di organizzazione del cervello e le caratteristiche dell'attività neurale, tra le quali rientra la velocità con cui le operazioni attentive possono essere eseguite. Anche la memoria può incidere in modo rilevante sulla prestazione, in particolare nei processi di codifica, immagazzinamento e recupero delle informazioni. Diverse aree del cervello svolgono funzioni differenti. Da un punto vista anatomico si possono individuare tre principali sistemi attentivi:

- Nella corteccia prefrontale è situato il sistema attentivo anteriore che è responsabile dell'elaborazione focale conscia e del monitoraggio del comportamento
- Nella corteccia parietale è situato invece il sistema attentivo posteriore che è responsabile per l'orientamento in risposta agli stimoli sensoriali, l'elaborazione dettagliata di oggetti e la focalizzazione di precisi punti nello spazio
- Nell'emisfero destro è localizzato il sistema attentivo responsabile del mantenimento di uno stato di vigilanza che agisce sia sul sistema attentivo anteriore che posteriore, aumentando la velocità con cui un'informazione viene selezionata [Stablum 2002].

Questi sistemi lavorano in modo sinergico nonostante siano indipendenti tra loro sia dal punto di vista anatomico che funzionale.

Tanto più il materiale è significativo tanto più è facile mantenere viva l'attenzione e costante l'interesse. Inoltre, se riusciamo a codificare il materiale in maniera efficace, possiamo elaborare molte più informazioni [Stablum 2002]. Un esempio è il trucco piuttosto diffuso di ricondurre i codici numerici, come il PIN, del cellulare o del POS, o i numeri di telefono ad una sequenza significativa in modo tale di essere in grado di prestare attenzione ad altre informazioni.

Un altro vincolo è rappresentato dall'imprevedibilità e dalla velocità dei cambiamenti ambientali. Nell'esempio descritto precedente l'imprevedibilità è rappresentata dalla frenata improvvisa che interrompe l'azione di ricerca. L'ambiente esterno non è costante e varia in continuazione, spesso sorprendendoci. Per garantire la sopravvivenza e l'adattamento dell'individuo, il corpo umano possiede la capacità di rispondere ad eventi ambientali inattesi o irrilevanti per gli scopi di cui siamo coscienti. Inoltre, poiché non è possibile compiere tutti i processi cognitivi contemporaneamente, è necessario stabilire delle priorità. Questo sistema delle priorità deve essere poi costantemente aggiornato in relazione alle condizioni esterne ed interne.

Infine è importante ricordare che la mente è costituita da sistemi multifunzionali che devono essere coordinati tra loro per la realizzazione di

determinati scopi. Si pensi ad esempio quanti sistemi di elaborazione vengano attivati se solo una voce a noi familiare ci saluta alle spalle.

Un'ulteriore definizione di attenzione potrebbe essere quindi l'insieme dei meccanismi che consentono di concentrare le proprie risorse mentali su alcune informazioni piuttosto che su altre, determinando ciò di cui siamo coscienti in ogni istante. Non tutti i contenuti della coscienza passano però necessariamente per l'attenzione [Turatto 2004].

## **Metodi e strumenti per lo studio dell'attenzione**

A grandi linee è possibile affermare che esistono due famiglie di metodologie per lo studio dell'attenzione, una concentrata sulla rilevazione dell'attività del cervello, l'altra che comprende i metodi di misurazione del comportamento dei soggetti con l'uso di tecniche più tradizionali come la rilevazione dei tempi di reazione o la valutazione dell'accuratezza delle risposte.

Questa dicotomia si riflette nella formulazione di diversi paradigmi sperimentali. Questi paradigmi affondano le loro radici in alcune considerazioni generali sull'attenzione e cercano di dimostrare empiricamente il funzionamento del meccanismo.

- L'attenzione facilita la percezione di oggetti ed eventi
- La funzione attentiva può essere danneggiata o resa inefficiente, a seguito di manipolazioni sperimentali o a causa di patologie neurologiche, e questo può comportare una diversa modalità di percezione consapevole.
- Esiste una relazione complessa tra attenzione e coscienza.

## **Deficit percettivi indotti sperimentalmente**

L'attenzione favorisce la prestazione, per studiare le modalità in cui questo fenomeno si realizza sono stati creati dei paradigmi sperimentali per indagare i limiti o l'assenza di attenzione e come questi possano influenzare la percezione consapevole di stimoli o di eventi. I deficit percettivi funzionali sono stati indotti sperimentalmente attraverso la manipolazione per rendere momentaneamente inefficace la selezione attentiva.

## ***Attentional blink***

Il fenomeno dell'*attentional blink* (*blink* significa ammiccare, sbattere le palpebre o, in senso figurato, non prendere in considerazione) rende conto dell'impossibilità di discriminare un evento quando la nostra attenzione è temporaneamente concentrata su qualcos'altro. L'obiettivo della manipolazione sperimentale è di rendere difficoltoso il compito di selezione dell'informazione.

Un paradigma sperimentale tipico per produrre il fenomeno dell'*attentional blink* è quello della presentazione seriale rapida che consiste nella presentazione consecutiva, sullo schermo di un computer, di una serie di lettere, circa una ventina, nella stessa posizione spaziale. Ogni lettera viene presentata per un tempo molto breve, circa 100 ms, ed è seguita dalla successiva in modo tale che questa occupi la stessa posizione spaziale della precedente e così la nasconda. Nella sequenza è presente un target T2. Ai partecipanti viene comunicato che nel 50% dei casi corrisponde alla lettera X e che nel restante 50% alla lettera Y. Il compito è quello di segnalare l'avvenuto riconoscimento di T2 al termine della sequenza di lettere e senza fretta, premendo il tasto corrispondente sulla tastiera. La richiesta non sembra difficile da soddisfare dato che nel 90% dei casi le risposte fornite sono corrette.

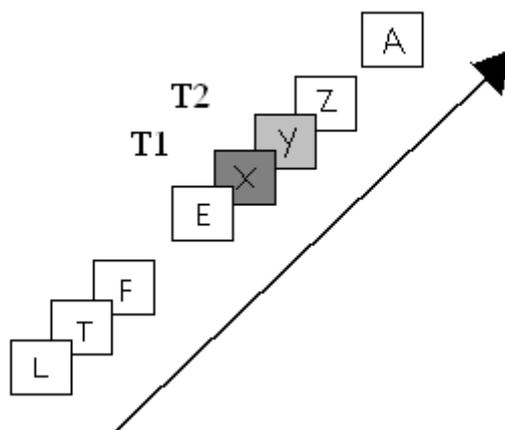


Figura 2: Esempificazione del paradigma della presentazione seriale rapida utilizzato per produrre il fenomeno dell'*attentional blink*. In due diverse sessioni sperimentali diverse i partecipanti devono prima identificare solo T1, poi sia T1 che T2 in successione.

Fonte: Turatto [2004], con modifiche.

Nella sequenza è presente però anche una lettera colorata in modo diverso, che chiameremo T1 e che compare sempre prima di T2. Modificando il compito e cioè chiedendo ai partecipanti di identificare prima T1 e poi T2 si osserva che la corretta identificazione di T2 risente del fatto che occupi una posizione più o meno vicina a T1. L'accuratezza delle risposte decade a livello casuale, 50% delle risposte, quando T2 appare nelle posizioni immediatamente successive a T1 per poi tornare a livello ottimale quando T1 e T2 sono distanti. Questo fenomeno può essere spiegato assumendo che l'attenzione sia impegnata ad analizzare T1 e per questo non riesca non solo ad analizzare, ma addirittura nemmeno a percepire T2.

### ***Cecità al cambiamento (o change blindness)***

Il fenomeno consiste nell'incapacità di notare consapevolmente cambiamenti rilevanti nella scena quando questi hanno luogo assieme ad altri eventi visivi di disturbo. Per analizzare questo fenomeno viene impiegato il **paradigma del flicker** (sfarfallio). Ai partecipanti vengono ripetutamente mostrate, sullo schermo di un computer, due immagini identiche in tutto tranne che per un particolare. Le due immagini restano sullo schermo 500 ms ciascuna e la loro presentazione viene intervallata da un breve spegnimento della scena, che dura solitamente 200 ms, ottenuto interponendo tra le due immagini una finestra vuota (*blank*). Il ciclo prima immagine – blank – seconda immagine – blank viene ripetuto per circa un minuto. Il compito assegnato ai partecipanti consiste nell'individuare la differenza tra le due immagini. I risultati dimostrano come non sia affatto facile cogliere questo cambiamento. Se l'attenzione non è focalizzata sulle parti dell'immagine che cambiano, i soggetti restano come ciechi di fronte alla differenza, mentre se nell'esplorazione l'attenzione viene rivolta alle parti che mutano (perché per esempio si indica ai partecipanti quale elemento non apparirà nella seconda immagine) il cambiamento risulterà evidente, sorprendendo magari gli stessi partecipanti che inizialmente non lo avevano notato.

## ***Deficit percettivi causati da malattie neurologiche***

Accanto ai deficit percettivi prodotti attraverso la manipolazione delle condizioni sperimentali esistono deficit dovuti a malattie neurologiche o a traumi che coinvolgono zone della corteccia cerebrale.

Tra le patologie neurologiche rientra la **sindrome di negligenza spaziale**, detta anche *neglect*, che è comunemente associata ad una lesione del lobo parietale, nella maggioranza dei casi di destra, e che comporta una completa mancanza di consapevolezza degli stimoli presenti nell'area opposta a quella del cervello dove si è verificata la lesione. Le conseguenze possono essere svariate. Per esempio i soggetti possono completamente ignorare chi si avvicina a loro dal lato sinistro o mangiare il contenuto della sola metà del piatto che si trova alla loro destra. Non si tratta di un deficit sensoriale come si potrebbe facilmente pensare. I soggetti non sono ciechi, ma il problema risiede nel fatto che sono incapaci di orientare la loro attenzione su un lato del corpo (quello opposto all'emisfero in cui si trova la zona lesionata).

Il *neglect* è spesso associato ad una lesione parietale a destra e questo è in accordo con il fatto che nell'emisfero destro risiedono i centri per l'orientamento dell'attenzione e della visione. Inoltre il *neglect* viene spesso rilevato nella modalità visiva, nonostante siano stati studiati casi pertinenti ad altre modalità sensoriali.

## **L'attenzione selettiva**

Con **attenzione selettiva** si intende la capacità di selezionare una o più fonti della stimolazione esterna o interna nell'eventualità in cui più fonti di stimolazione siano in competizione tra loro. Questa eventualità non è poi così remota. Per esempio capita quando stiamo cercando di ascoltare il telegiornale alla TV in una stanza affollata e rumorosa. L'attenzione selettiva ci permette di selezionare gli elementi importanti per il nostro scopo e, a parte l'inevitabile irritazione per la situazione quantomeno scomoda, di tralasciare l'informazione irrilevante. La capacità di elaborazione umana dell'informazione è piuttosto flessibile e perciò non solo siamo sempre in grado di scegliere cosa elaborare, ma anche come farlo.

L'attenzione selettiva può riguardare diversi fenomeni e il criterio di salienza può essere riferito a diversi fattori: la modalità sensoriale (visiva, acustica, olfattiva, etc.), la zona di provenienza dell'informazione (in questo caso si parla di attenzione visuo-spaziale), un particolare oggetto o una sua caratteristica (chiamata attenzione basata sugli oggetti), gli elementi che appartengono ad una particolare classe o che richiamano specifiche azioni. Per ognuno di questi fenomeni è stato dimostrato il coinvolgimento di substrati neurali diversi. Inoltre rivestono una notevole rilevanza anche le caratteristiche fisiche degli stimoli, come la loro posizione nello spazio, il colore, la grandezza o la forma.

### **L'attenzione selettiva come selezione per l'azione**

Nel nostro quotidiano ci troviamo sempre a dover eseguire azioni coerenti ai nostri scopi e per farlo è necessario scegliere, tra le informazioni disponibili, quelle utili, separandole dalle altre [Allport 1989]. Per esempio se ci troviamo in un appezzamento di terreno e il nostro obiettivo è costruirci la casa, le informazioni rilevanti saranno la dimensione, la visuale, la posizione rispetto alla strada e rispetto alla città. Se invece lo scopo della nostra visita è semplicemente fare un picnic cercheremo una zona perfettamente pianeggiante, magari ombreggiata ed erbosa per stendere la tovaglia. La scelta delle informazioni rilevanti è condizionata dall'azione-obiettivo. L'attenzione selettiva si riferisce quindi ai meccanismi che ci permettono di fornire una risposta corretta, basata su informazioni rilevanti, piuttosto che una errata, basata su informazioni irrilevanti, rispetto al compito che dobbiamo svolgere o ai nostri obiettivi.

### ***L'attenzione spaziale***

Una delle componenti maggiormente studiate dell'attenzione selettiva è l'attenzione visiva spaziale. Con **attenzione visiva spaziale** si intende l'abilità di selezionare porzioni dell'ambiente esterno. L'attenzione può essere orientata verso questa porzioni di ambiente sia in modo volontario che in modo involontario. Muovendo il capo o fissando lo sguardo sull'area di interesse noi orientiamo l'attenzione in modo esplicito, ma possiamo farlo anche rimanendo fermi, ed esaminare così lo spazio in modo implicito, come quando la facciamo con la coda

dell'occhio. La funzione attribuita all'attività visiva implicita è, invece, quella di assegnare priorità d'elaborazione a determinate parti, non necessariamente quelle centrali, del campo visivo. I movimenti oculari permettono quindi di ispezionare specifiche aree per mezzo di una maggiore acuità visiva della fovea. Per **acuità visiva** si intende la soglia della grandezza minima di un dettaglio che si può distinguere visivamente [per una rassegna vedi Stablum 2002].

Una delle caratteristiche generali dell'attenzione visiva spaziale che emerge dagli studi e degli esperimenti finora condotti sull'argomento è la possibilità di distinguere tra **attenzione diffusa** e **attenzione focale**. Per attenzione diffusa si intende la distribuzione delle risorse attentive, in modo pressoché uniforme, su tutta l'informazione visiva. Per attenzione focale, al contrario, la concentrazione delle risorse su un'unica posizione spaziale. E' stato dimostrato che se l'attenzione è orientata in una determinata direzione si riscontra una maggiore velocità di risposta e che l'ampiezza del fuoco attentivo è variabile ed è legata sia al compito assegnato che all'efficienza di elaborazione. Infine, com'era già stato premesso, l'orientamento dell'attenzione può essere sia volontario che automatico. L'orientamento volontario è determinato dalle nostre aspettative, può essere interrotto ed è soggetto ad interferenze dovute alla presenza simultanea di altri compiti o al cambiamento delle condizioni ambientali. La sua utilità consiste nel permettere di scegliere tra le informazioni disponibili quelle interessanti. L'orientamento automatico, al contrario, non è influenzato dalle nostre aspettative, non può essere interrotto, non è soggetto ad interferenza e per questo motivo è essenziale per un efficace adattamento ambientale.

Trevarthen [1968], in particolare, suggerisce l'esistenza di due sistemi visivi strutturalmente diversi che raccolgono le risposte a due diverse domande sull'ambiente. Il primo sistema viene impiegato per la rilevazione dello spazio extracorporeo, serve ad individuare la nostra strada all'interno dello spazio e viene definito perciò visione ambientale. La domanda a cui risponde questo sistema è "dove?" e per farlo vengono attivati i recettori posti nella parte periferica della retina. Il secondo sistema coinvolge invece la parte foveale della retina ed è deputato alla precisa analisi di piccole aree spaziali, all'interno dei quali compie un'ulteriore azione

di riconoscimento e discriminazione degli stimoli presenti. E' stata denominata **visione focale** e il suo compito consiste nel rispondere alla domanda "quali?".

In un esperimento condotto da Foley e Mc Chesney nel 1976 si è dimostrato come questi due sistemi, strutturalmente diversi, negli esseri umano lavorino in parallelo. Ai partecipanti veniva chiesto di indossare un paio di occhiali con lenti prismatiche, diverse per l'occhio destro e per quello sinistro, e di camminare. Nonostante il controllo della ambiente fosse consentito solo parzialmente (solo una delle due lenti permetteva una visione generale dello spazio) i soggetti riuscivano a controllare i movimenti collegati alla locomozione [Foley e Mc Chesney 1976]. Se però ai partecipanti viene mostrato un oggetto presentato all'occhio con la lente che permette la visione focale, mantenendo per il resto inalterato il paradigma sperimentale, e viene chiesto loro di descrivere l'oggetto continuando a camminare, l'attività di locomozione risulterà maggiormente difficoltosa. Nicoletti [1992] commenta questo risultato come una prova dello spostamento dell'attenzione al sistema focale a discapito di quello ambientale.

E' possibile poi ipotizzare una variazione dell'estensione del fuoco dell'attenzione? Alcuni esperimenti hanno dimostrato che può variare. Un fuoco ristretto è collegato ad una capacità di attenzione più concentrata e questo comporta una maggiore velocità di analisi e una maggiore accuratezza nel cogliere i dettagli della porzione di realtà percepita.

### **Paradigma del suggerimento spaziale (o spatial cueing di Posner)**

Il rapporto tra percezione e attenzione è piuttosto complesso. E' corretto affermare che ci può essere una corretta percezione nonostante la mancanza di attenzione, ma in questo caso la percezione sarà passiva e comporterà delle elaborazioni successive dello stimolo lente e difficoltose. Inoltre l'attenzione può essere orientata volontariamente in una posizione diversa da quella dello sguardo.

Il paradigma di Posner [Posner et al. 1978, Posner 1980] è stato elaborato proprio per indagare il rapporto tra percezione e attenzione. L'esperimento consisteva nella presentazione di un pre-stimolo seguito da uno stimolo. Ai partecipanti veniva chiesto di discriminare le diverse intensità luminose dello stimolo e di emettere una risposta motoria nel più breve tempo possibile. Veniva inoltre

chiesto ai partecipanti di mantenere lo sguardo fisso in un punto al centro dello schermo. Il pre-stimolo poteva essere di tre tipi: una crocetta, una freccia orientata a destra o una freccia orientata a sinistra. Ai partecipanti era stato comunicato nelle istruzioni che nell'80% dei casi la freccia avrebbe indicato la posizione in cui sarebbe poi comparso lo stimolo. Nel caso della crocetta, invece, lo stimolo poteva apparire indifferentemente a destra o a sinistra. Si venivano a creare in questo modo tre condizioni possibili:

- Condizione neutra: il soggetto non ha alcuna aspettativa circa la successiva posizione dello stimolo
- Condizione positiva: l'aspettativa indotta dal pre-stimolo è confermata dall'apparizione dello stimolo nella parte indicata dalla freccia
- Condizione negativa: l'aspettativa viene disattesa

I risultati dimostrarono che la condizione positiva comportava tempi di reazione più veloci rispetto a quella neutra e a quella negativa, che risultava in assoluto quella più lenta. Questi risultati sono stati letti come una conferma all'ipotesi che un processo di ri-orientamento dell'attenzione comporta una maggiore difficoltà nell'esecuzione di un compito percettivo motorio.

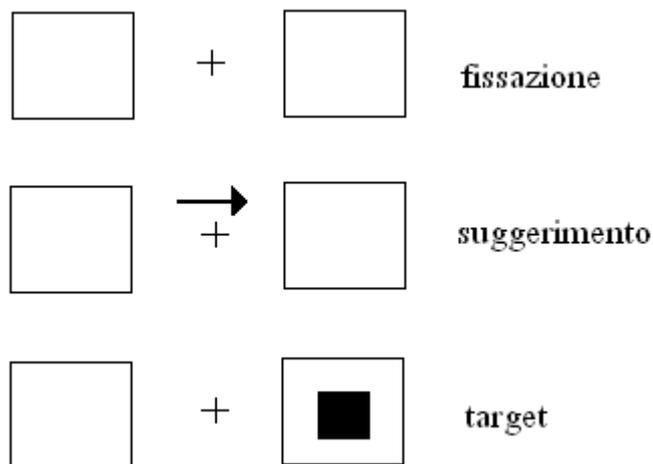


Figura 3: esempio di paradigma di Posner

Fonte: Turatto [2004]

Questo esperimento pone però un problema: nel passare da una posizione all'altra, l'attenzione "salta" da un punto all'altro o investe anche le posizioni

intermedie? La questione resta aperta poiché non sono state presentate prove cruciali a favore di una o l'altra ipotesi.

### **Paradigma della ricerca visiva (o visual search di Treisman)**

Il paradigma sperimentale consiste nella presentazione ai partecipanti di alcuni elementi, il cui numero totale può variare (per esempio tra dieci e quindici), accompagnati dalla richiesta di verificare se tra questi è presente il target presentato dal test o concordato in precedenza. In caso di risposta affermativa i partecipanti sono invitati a premere un tasto e in caso di risposta negativa di selezionarne un altro.

Dall'analisi dei risultati è emerso che questo paradigma è utile per studiare quali caratteristiche del target (rispetto agli altri elementi, che vengono definiti distrattori) rendono la ricerca più o meno efficiente e per inferire i meccanismi, attentivi e non attentivi, adottati dal sistema visivo per analizzare la scena.

Se un elemento possiede caratteristiche che lo rendono unico rispetto a tutti gli altri, la ricerca sarà molto efficiente e il tempo di reazione associato all'individuazione dal target non varierà al variare del numero complessivo di elementi (caso A).

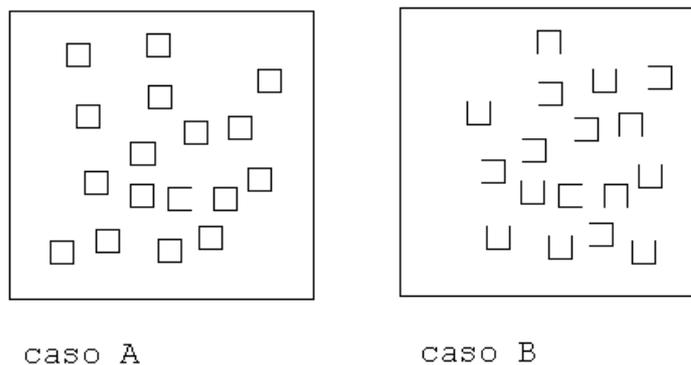


Figura 4: esempio di paradigma di Treisman  
Fonte: Turatto [2004], con modifiche.

Caso B invece è riscontrabile un sensibile aumento dei tempi di reazione legato alla quantità di elementi presenti sullo schermo. Questo risultato è stato imputato al peculiare funzionamento del sistema visivo che, a differenza di quanto accade nel primo caso, deve operare attraverso un meccanismo seriale per analizzare l'immagine elemento per elemento.

L'elaborazione in parallelo delle informazioni può essere considerato un indizio della presenza di un meccanismo preattentivo, mentre nel processo seriale è chiaro l'intervento dell'attenzione. Questa dicotomia tra meccanismi attentivi e preattentivi è stata recentemente messa in discussione da alcuni esperimenti che hanno dimostrato come anche nei processi preattentivi sia necessaria in realtà una certa quantità di attenzione.

### ***Attenzione basata sugli oggetti***

Esistono due ipotesi sul funzionamento dell'attenzione che partono dall'assunto che oggetto e posizione spaziale siano due concetti da tenere distinti. L'attenzione si può muovere seguendo le coordinate spaziali (**attenzione spaziale**) oppure può essere **basata sugli oggetti** (*object based*) e quindi non muoversi, non distribuirsi nello spazio.

Per dimostrare che l'attenzione può selezionare degli oggetti a prescindere dallo spazio sono stati condotti esperimenti specifici. Il paradigma sperimentale consisteva nel presentare ai partecipanti due figure di oggetti sovrapposti, che occupavano quindi contemporaneamente la stessa porzione di spazio. Il compito a loro assegnato consisteva nel riportare alcune caratteristiche degli oggetti come, per esempio, se erano descritti con una linea continua oppure tratteggiata, o se erano inclinati a destra o a sinistra. Le condizioni possibili erano due:

- le due caratteristiche riguardavano lo stesso oggetto
- le due caratteristiche riguardavano oggetti diversi

I risultati hanno evidenziato che la prestazione dei soggetti era più accurata quando le due caratteristiche riguardavano lo stesso oggetto rispetto a quando riguardavano due oggetti diversi. Questi risultati sono stati interpretati come un effetto dell'attenzione che opera selezionando gli oggetti e non in base a coordinate spaziali. La diminuzione dell'accuratezza non è infatti spiegabile con la necessità di

ri-orientare spazialmente l'attenzione da un oggetto all'altro visto che i soggetti occupano la stessa posizione spaziale (sono sovrapposti). Lo svantaggio è dovuto, probabilmente, alla necessità di spostare l'attenzione dalla rappresentazione di un oggetto a quella di un altro. Questa ipotesi è in accordo con la segmentazione della realtà in unità percettive secondo i criteri proposti dalla scuola della Gestalt. E' importante ricordare che in una stessa unità percettiva possono rientrare oggetti anche distanti tra loro e separati da altri oggetti.

La domanda è quindi l'attenzione opera secondo coordinate spaziali o unità percettive? Esistono prove a sostegno di entrambe le posizioni teoriche. Alcuni ricercatori sostengono che sia la scelta dal paradigma a favorire una o l'altra teoria.

### ***Orientamento volontario o automatico***

Per controllo dell'attenzione si intende la distribuzione dell'attenzione all'interno del campo visivo. Nel paradigma di Posner [Posner et al. 1978], precedentemente illustrato, l'attenzione veniva diretta verso il target in modo volontario (o endogeno). Il soggetto dirige lo sguardo nella direzione indicata dalla freccia perché informato che quella è la direzione in cui probabilmente apparirà lo stimolo. Utilizzando lo stesso paradigma è stato però dimostrato che l'orientamento dell'attenzione può essere anche automatico (o esogeno). La modifica apportata al paradigma per dimostrare la nuova ipotesi è piuttosto semplice e consiste nel far apparire, oltre alla freccia, prima della comparsa dello stimolo, un breve segnale luminoso, e destra o a sinistra.

E' stato dimostrato che un segnale luminoso periferico è in grado di produrre un orientamento automatico verso la fonte di stimolazione. Sono stati quindi suggeriti tre criteri che un **orientamento automatico** deve rispettare per essere definito tale:

1. è indipendente dal carico cognitivo, ovvero ha luogo anche se il soggetto sta contemporaneamente svolgendo un'altra attività mentale.
2. è resistente alla soppressione, perciò una volta iniziato non può essere interrotto.
3. non dipende dalle aspettative, cioè non dipende dal fatto che l'informazione veicolata dal suggerimento sia utile ai fini del compito.

L'orientamento automatico dell'attenzione può essere quindi associato ad un riflesso, poiché dirige la nostra attenzione verso eventi nuovi e inaspettati che hanno luogo nel nostro campo visivo.

L'interazione tra fattori volontari e fattori automatici origina una suddivisione di competenza nella percezione dello stimolo. La ricerca attentiva si può quindi suddividere nelle sue componenti automatiche, come la salienza, attivata da fattori endogeni, e in quelle volontarie, come la conoscenza dell'obiettivo della ricerca, attivata da fattori esogeni. Esistono infatti elementi che sono in grado di catturare la nostra attenzione interrompendo i processi volontari, come accade, per esempio, quando parliamo con qualcuno e suona il telefono attirando l'attenzione di entrambi. Il controllo dell'attenzione dipende sia dai fattori volontari che da quelli automatici.

Sono stati condotti alcuni studi per capire se sia possibile evitare di farsi distrarre dalla comparsa improvvisa di un elemento nel campo visivo quando si è alla ricerca di un target. La conclusione cui si è giunti è che ciò non è possibile a meno che il soggetto non stia focalizzando la sua attenzione su un evento preciso. In questo caso la cattura può essere evitata. Una teoria relativamente recente è quella della cattura contingente che sostiene che un orientamento automatico in realtà non esista. Un distrattore è in grado di attirare l'attenzione solo se è in qualche modo estremamente simile al target. Alcune delle sue caratteristiche devono rientrare tra gli obiettivi di ricerca del target.

### ***La relazione tra attenzione e coscienza. Il ruolo della coscienza***

L'attenzione può essere vista come il canale privilegiato per l'accesso alla coscienza. I meccanismi di orientamento volontari o automatici esistono in ogni tipo di operazione mentale o processo cognitivo. Il ruolo della coscienza consiste principalmente nel decidere di interrompere, ove necessario, le azioni e i processi innescati automaticamente. Si può quindi definire la coscienza come la consapevolezza degli stimoli esterni ed interni da parte del soggetto [Anolli e Legrenzi 2001]. Inoltre la coscienza, come del resto l'attenzione, è selettiva.

Marcel propose all'inizio degli anni '80 una distinzione tra processi consci e inconsci partendo dal presupposto che i contenuti della consapevolezza sono il prodotto dell'organizzazione funzionale dell'informazione di cui disponiamo [Marcel

1983a; 1983b]. Circa un secolo prima Brentano aveva individuato una caratteristica essenziale dei processi consci; la consapevolezza dispone sempre di un oggetto [Brentano 1874]. Questa affermazione implica che gli individui siano consapevoli solo di un sottoinsieme delle cose di cui potenzialmente potrebbero essere consapevoli. Nel nostro corpo, in ogni momento avviene una deliberata ristrutturazione dell'informazione e l'esperienza è ordinata secondo i criteri a noi più funzionali [Benjafeld 1992].

Un esempio particolarmente interessante viene dagli studi sulla percezione subliminale [Dixon 1991; Lazarus e McCleary 1951]. Con **subliminale** si intende quella classe di fenomeni in cui uno stimolo è in grado di influenzare il comportamento nonostante venga presentato ai soggetti in modo estremamente veloce o ad un livello di intensità molto basso. Il soggetto quindi non dovrebbe essere in grado di identificare lo stimolo da cui viene condizionato.

Attualmente è in corso un acceso dibattito per la definizione della soglia di consapevolezza. Cheesman e Merikle [1986] propongono una prima distinzione tra soglia oggettiva e soglia soggettiva, sottolineando come solo facendo ricorso alla seconda sia possibile distinguere, in modo appropriato, tra processi consci e inconsci. La **soglia oggettiva** consente di identificare uno stimolo con un'accuratezza superiore al caso. La soglia soggettiva, invece, è il limite per cui i soggetti asseriscono di essere in grado di identificare uno stimolo con un'accuratezza superiore al caso. Con queste premesse si può definire la **percezione inconscia** come l'effetto di uno stimolo che suscita una reazione nonostante si situi al di sotto della soglia soggettiva.

La necessità di fare della consapevolezza un costrutto teorico è nata anche in relazione alla scoperta di diverse sindromi neurologiche che ne richiedevano una conoscenza sistematica e approfondita. Tra queste rientra la cosiddetta cecità corticale ovvero l'impossibilità di vedere determinate parti del campo visivo (scotomi) dovuta ad una lesione nella corteccia visiva primaria. I pazienti non hanno esperienza visiva cosciente, ma dimostrano di avere conoscenze implicite per gli stimoli nell'area dello scotoma. Queste conoscenze implicite preservate sono dette *blindsight*.

Lesioni bilaterali della regione occipito-temporale possono determinare l'incapacità di riconoscere persona note, ovvero la **prosopagnosia**. Le persone affette da questa sindrome sono in grado di distinguere una faccia da una non-faccia, ma non riescono a capire se questi volti appartengono a persone note (famigliari o personaggi famosi) o a sconosciuti.

Per quanto riguarda i pazienti affetti da **neglect** (eminegligenza spaziale unilaterale) dati empirici dimostrano che, nonostante i soggetti non siano consapevoli degli stimoli presentati dal lato opposto a quello cerebrale lesionato, l'attuazione di compiti indiretti comporta un'attività di elaborazione nell'emicampo colpito. Ladavas et al. [1993] riportano il caso di un paziente che non era in grado né di leggere, né di rilevare la presenza, né di attribuire una definizione semantica o lessicale a parole presentate alla sua sinistra. Se però allo stesso paziente venivano presentate delle parole alla sua destra, precedute da parole a sinistra legate alle altre dal punto di vista semantico, si otteneva una ripetizione delle parole presentate a destra rispetto a quando le parole a destra e sinistra avevano contenuti semantici incoerenti. Questo esperimento è stato letto come la dimostrazione del fatto che il paziente possedesse ancora un *priming* semantico inconsapevole delle parole.

## **Paradigmi e problemi metodologici nello studio dei processi consci e inconsci**

Sono diversi i paradigmi utilizzati per approfondire le conoscenze sulla percezione subliminale, ma sono tre i più esemplificativi: la tecnica dell'ascolto dicotico, la presentazione parafoveale e il paradigma del mascheramento visivo. Tutti e tre si basano sul presupposto che l'elaborazione dell'informazione non-consapevole può essere dimostrata separando due indici: uno che evidenzia che l'informazione non è consapevole, l'altro che, nonostante ciò, influenza l'elaborazione dell'informazione consapevole.

La **tecnica dell'ascolto dicotico**, come già visto precedentemente, consiste nel presentare messaggi diversi a ciascuno dei due orecchi. Ai partecipanti è richiesto di prestare attenzione solo all'informazione presentata da una parte. Se viene richiesto loro di riportare il messaggio presentato dalla parte cui non dovevano prestare attenzione difficilmente saranno in grado di rispondere alla richiesta. Se

però, come capitava nell'esperienza dal paziente affetto da neglect, all'orecchio cui non si presta attenzione viene presentato un messaggio con contenuto semanticamente associabile a quello che verrà presentato all'orecchio cui si presta attenzione (per esempio cane – guinzaglio) si otterranno risposte più rapide rispetto a quando le due parole non sono semanticamente associabili (ad esempio cane – pera).

La **presentazione parafoveale** può essere descritta partendo da un esperimento tipico. Ai partecipanti viene chiesto di focalizzare l'attenzione su uno stimolo presentato in posizione foveale tralasciando gli stimoli presentati in posizione periferica o parafoveale. Lo stimolo può essere costituito anche in questo caso da una parola. Anche in questo caso l'informazione presentata in posizione parafoveale non viene elaborata però, come accade nel paradigma dell'ascolto dicotico, se la parola è associabile a quella presentata in posizione foveale, il riconoscimento della parola-bersaglio risulta agevolato.

Holender [1986] critica però sia questo risultato che quelli ottenuti con il paradigma dell'ascolto dicotico affermando che non c'è nessuna certezza che i partecipanti non siano almeno parzialmente consapevoli degli stimoli cui dicono di non prestare attenzione.

Il **paradigma del mascheramento** consiste nel presentare ai partecipanti uno stimolo visivo, come ad esempio una parola, mascherato successivamente da un secondo stimolo che lo sostituisce velocemente. Il breve tempo di presentazione del primo stimolo impedisce la sua elaborazione al punto che, se interrogati, i soggetti non sono in grado di stabilire se si tratti di una parola di senso compiuto o meno. Anche in questo caso però se il primo stimolo ha significato coerente con quello del target la parola-bersaglio verrà identificata più velocemente rispetto a quando i due stimoli non possono essere immediatamente collegati.

*Tutto ciò che per natura non possiedi,  
l'immedesimazione te lo procura  
(Aristofane)*

### **3 ORIENTARE L'ATTENZIONE: LA COMPATIBILITA' SPAZIALE**

La psicologia cognitiva che si occupa del comportamento percettivo-motorio ha come oggetto di studio gli effetti di compatibilità. Per compatibilità s'intende la relazione tra lo stimolo e la risposta o tra gli stimoli (o anche tra attributi di uno stimolo) in grado di favorire le prestazioni dei soggetti tanto in termini di tempo quanto in termini di accuratezza [Nicoletti e Umiltà, 1998]. Le relazioni compatibili sono date da accoppiamenti in grado di produrre risposte più accurate e veloci, mentre le relazioni incompatibili comportano un maggior numero di errori ed un rallentamento dei tempi di risposta.

All'interno dei possibili effetti di compatibilità possiamo distinguere quelli S-S (Stimolo-Stimolo) da quelli S-R (Stimolo-Risposta). L'**effetto Stroop** è l'esempio più significativo di compatibilità Stimolo-Stimolo. I risultati degli esperimenti svolti da J. Ridley Stroop, da cui l'effetto prende il nome, furono presentati per la prima volta nel 1935 sul *Journal of Psychology*, all'interno di un articolo sull'attenzione e sull'interferenza che coronò cinquant'anni di ricerche sull'argomento [Stroop, 1935]. Le radici di questo percorso affondano nel lavoro di Cattell, il quale aveva già rilevato, nel 1886, come il compito di nominare a voce alta il nome di una macchia di colore richiedesse più tempo che non leggere a voce alta la parola che identificava quello stesso colore. Cattell spiegò questo ritardo sostenendo che l'associazione tra la pronuncia della parola e la parola stessa era più frequente ed era supportata da un processo automatico, mentre la denominazione della macchia richiedeva uno sforzo volontario [Cattell, 1886]. Stroop notò che partecipanti sottoposti ad un compito di denominazione dell'inchiostro con cui venivano scritti nomi di colori, presentavano tempi di risposta più lenti se il colore dell'inchiostro era diverso dal significato della parola scritta. Per esempio i soggetti erano più lenti nell'identificare l'inchiostro blu se veniva utilizzato per scrivere la parola rosso. Ciò è particolarmente interessante perché i soggetti venivano istruiti affinché non tenessero conto di ciò che vedevano scritto, ma nonostante ciò sembrava non potessero non-leggere la parola scritta, ci si

trovava cioè in presenza di un processo automatico. La spiegazione più diffusa è quella che i soggetti hanno automatizzato il processo di lettura e quindi i nomi dei colori vengono identificati in modo molto rapido, anche quando la comprensione del loro significato non è assolutamente necessario per una corretta esecuzione del compito. Il rapido ed automatico processamento del nome del colore interferisce con il riconoscimento del colore stesso.

L'importanza dell'automatizzazione di alcuni processi è evidente in molti frangenti della vita quotidiana: quando ci allacciamo le scarpe, quando leggiamo, scriviamo, pedaliamo e mentre guidiamo. Se venissimo intervistati riguardo al modo in cui realizziamo queste azioni forse non saremmo in grado di rendere conto di come le mettiamo in atto, ma semplicemente accadono nel modo e nel momento opportuno. Gli psicologi per studiare questi comportamenti automatici creano delle situazioni sperimentali in cui la risposta automatica è in conflitto con l'azione desiderata.

Gli effetti di compatibilità S-R, secondo una classificazione di Hedge e Marsh [1975], potrebbero essere suddivisi, a seconda delle differenti condizioni sotto le quali l'effetto si manifesta, in tre categorie:

- Compatibilità Simbolica
- Compatibilità Spaziale
- Effetto Simon

Per **compatibilità simbolica** s'intende la relazione tra il codice verbale dello stimolo ed il codice verbale della risposta [Nicoletti e Umiltà, 1998]. In base a diversi esperimenti realizzati negli anni '70 [Sanders, 1970; Sternberg, 1969; Blackman, 1975] è stato possibile osservare che tempi di risposta più veloci ed un numero inferiore di errori sono riscontrabili nelle situazioni compatibili piuttosto che in quelle in cui la relazione tra stimolo e risposta è di incompatibilità.

Per **compatibilità spaziale**, invece, s'intende la relazione tra la posizione dello stimolo e la risposta o, più precisamente, la posizione dell'effettore della risposta. Si tenderà quindi a rispondere più velocemente nel caso in cui si richieda una risposta con un effettore posto dalla stessa parte dello stimolo piuttosto che nel caso in cui lo stesso stimolo richieda una risposta con un effettore posto in posizione controlaterale.

Per spiegare questo fenomeno sono state formulate due ipotesi:

1. Ipotesi delle vie anatomiche
2. Ipotesi delle codifiche spaziali

La prima ipotesi, benché superata, riveste un certo valore in quanto costituisce il primo approccio di tipo interpretativo. Le aree visive di ricezione dello stimolo e quelle motorie della mano impiegata nella risposta sono posizionate nel medesimo emisfero e quindi questa ipotesi sostiene che non è necessario il trasferimento dell'informazione da un emisfero all'altro nel caso, per esempio, in cui uno stimolo venga presentato a destra e sia richiesta una risposta con un effettore posta a destra.

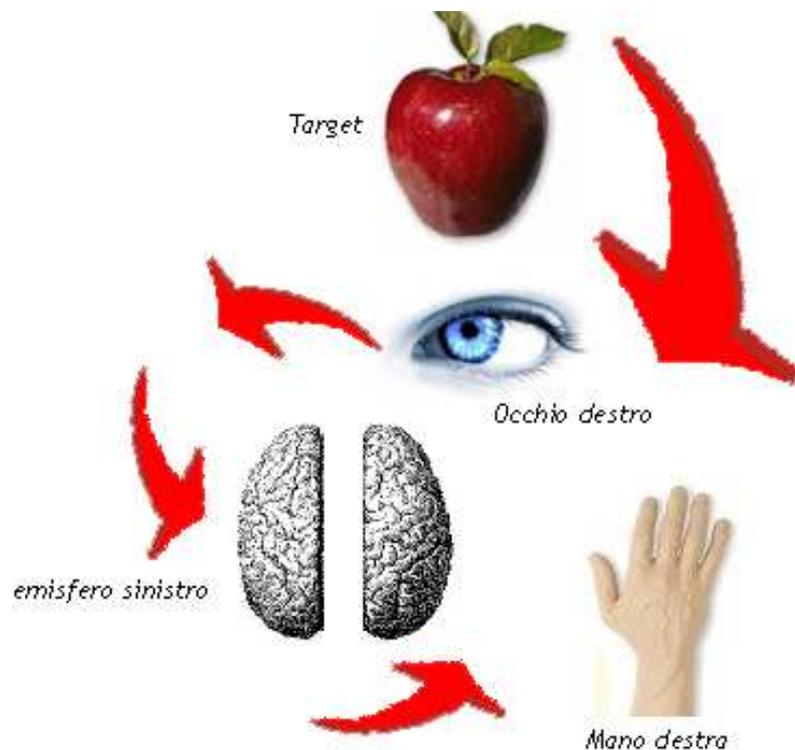


Figura 1: Schema del percorso seguito dell'impulso nervoso generato dalla visione del target e che porterà ad una risposta motoria. La lettera A indica un ipotetico impulso visivo presentato nel campo visivo destro, che verrà elaborato dall'emisfero sinistro dove hanno sede le aree di controllo della mano sinistra.

Fonte: Nicoletti [1992], con modifiche.

Questa spiegazione è stata falsificata da due evidenze empiriche. La prima deriva da una rilettura dei dati alla luce di alcuni esperimenti condotti da Berlucchi e collaboratori [Berlucchi et al., 1977, e poi anche Marzi, Bisiacchi e Nicoletti, 1991] che hanno dimostrato come il tempo necessario al trasferimento di un'informazione da un emisfero all'altro sia mediamente di soli 2-5 ms. La differenza riscontrata nelle

risposte fornite dai soggetti negli esperimenti sulla compatibilità spaziale è invece mediamente di 50-80 ms. Tale lasso temporale non può essere quindi attribuito esclusivamente al transfer interemisferico dell'informazione. La seconda prova è stata ottenuta modificando il paradigma sperimentale, chiedendo cioè ai soggetti di fornire una risposta con le braccia incrociate per poi mettere a confronto le risposte date in posizione anatomica (mano destra – pulsante destro) con quelle date in posizione crociata (mano destra - pulsante sinistro). In questo modo il percorso seguito dallo stimolo lungo le vie anatomiche rimaneva lo stesso, mentre cambiava la posizione spaziale dell'effettore di risposta. I dati raccolti hanno dimostrato che la compatibilità tra posizione dello stimolo e posizione dell'effettore portava ad un minor tempo di risposta anche se la compatibilità tra effettore e stimolo era associata all'incompatibilità tra la mano che forniva la risposta e l'emicampo di esposizione dello stimolo [Nicoletti, Umiltà, Ladavas, 1984].

La seconda ipotesi, invece, considera l'effetto di compatibilità spaziale S-R come il risultato del numero di "traduzioni" necessarie per selezionare la risposta corretta. Quanto minore sarà il numero di traduzioni, tanto più aumenterà il grado di compatibilità e diminuirà il tempo di risposta. Si è dimostrato che la relazione che determina l'effetto di compatibilità tra lo stimolo e la risposta è quella tra "posizione dello stimolo e posizione dell'effettore della risposta", e non quella tra "posizione dello stimolo ed effettore della risposta" (vedi fig.1) [Anzola, Bertolini, Buchtel e Rizzolatti 1977; Nicoletti, 1992].

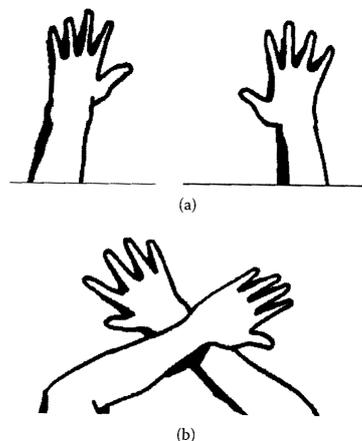


Figura 2: (a) mani aperte (b) risposta con braccia incrociate  
Fonte: Proctor e Wu [2006].

## ***Compatibilità Stimolo-Risposta e selezione dell'azione***

Al di fuori dal panorama italiano diversi gruppi di studiosi contemporanei si sono interessati all'argomento. In particolare Robert Proctor e Kim –Puhong Wu negli Stati Uniti e Hommel in Germania e Paesi Bassi hanno raccolto e descritto la storia delle ipotesi e dei paradigmi sperimentali sulla compatibilità spaziale. Un esempio tratto dall'esperienza quotidiana che fa intuire l'incidenza che ha l'attivazione automatica di risposte compatibili o incompatibili è la disposizione degli interruttori delle luci in una stanza o delle manopole per l'accensione del gas di un fornello. Ad esempio può capitare che mentre stiamo preparando l'olio per una frittura, utilizzando una padella, riceviamo una telefonata e dimentichiamo cosa stavamo facendo per una decina di minuti. Uno spiacevole odore però inizia a diffondersi e ci ricorda cosa abbiamo lasciato sul fornello. La pentola rischia di prendere fuoco e dovremo agire in fretta per togliere gas alla piastra e impedire un piccolo disastro. Probabilmente avremo a disposizione quattro o più manopole tra le quali scegliere per intervenire. Se per esempio abbiamo messo la pentola sul fuoco a sinistra in alto saremo orientati a scegliere tra le due manopole poste più a sinistra tra quelle disponibili per realizzare un'azione efficace allo scopo e limitare in questo modo il campo di scelta.

Il piccolo incidente domestico rappresenta al massimo una seccatura, ma a volte in gioco possono esserci delle vite umane. Le implicazioni di un'attivazione automatica della risposta errata rispetto all'azione desiderata è stata descritta graficamente da Proctor e Wu [2006] riprendendo la posizione delle spie dei motori e le manopole di spegnimento del Boeing 737-400 della British Midland Airways caduto nel Gennaio del 1989 <sup>7</sup>.

La velocità e l'accuratezza con le quali possiamo selezionare le azioni di risposta ad un determinato evento variano però in funzione di diversi fattori. La compatibilità spaziale è solo uno degli elementi interagenti. Per esempio se c'è una sola risposta pronta per essere eseguita ad uno specifico segnale, l'azione sarà sicuramente più rapida rispetto a quando ci sono più segnali e bisogna selezionare quello di partenza o ci sono più risposte da dare in relazione a diversi segnali. Un

---

<sup>7</sup> Mc Cerie et al. [Mc Cerie, Branbury, Bridge e Selcon, 1998] hanno condotto precedentemente uno studio denominato "Influence of the Simon Effect on Responses to Aircraft Dials".

esempio tratto dalla cronaca sportiva di un errore determinante occorso, almeno ufficialmente, per questo motivo è stata la mancata qualifica di Ian Thorpe nella gara a lui più congeniale, i 400 m stile libero, per le Olimpiadi di Atene del 2004 ai trials Australiani.<sup>8</sup> Nella confusione della piscina e con la tensione dovuta alla gara decisiva per la qualificazione, dove non è ammesso fallire, Ian Thorpe sente un rumore e, scambiandolo per il segnale di partenza, si tuffa. E' una falsa partenza, la seconda della batteria, e comporta la sua squalifica immediata dalla gara.

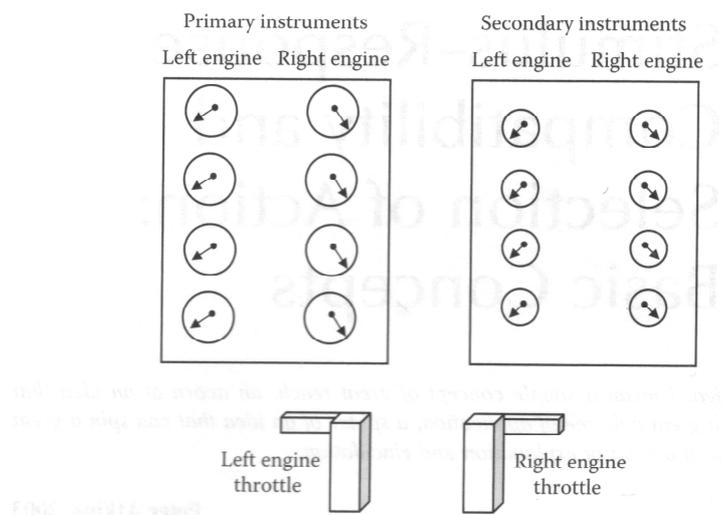


Figura 3: Descrizione schematica dei due display in dotazione al Boeing 737-400 della British Midland Airways.

Fonte: Proctor e Wu [2006].

## Studi classici

Il fisiologo olandese Franz C. Donders (1868-1969) notò e descrisse gli effetti di compatibilità già dalla seconda metà dell'800. Donders è considerato il padre della cronometria mentale e i suoi lavori sulla durata del processamento delle informazioni includevano stimoli manipolati dal punto di vista della compatibilità. Per esempio Donders chiedeva ai soggetti di rispondere con la mano destra o con quella sinistra ad uno stimolo elettrico sul piede, che poteva manifestarsi a destra o a sinistra, o ad

<sup>8</sup> Da "La Repubblica" del 24 marzo 2004 "Le prossime olimpiadi di Atene rinunceranno (nei 400 metri stile libero) al più grande nuotatore al mondo. L'australiano Ian Thorpe è stato squalificato durante i trials di Sidney e sarà escluso dalla rappresentativa della sua nazione. L'atleta ha subito presentato ricorso, ma la federazione australiana lo ha già respinto come inammissibile. [...] Il manager di Thorpe ha raccontato che il campione si è buttato in vasca perché ha sentito un rumore. "Ian ha pensato che li stessero trattenendo sui blocchi un po' troppo a lungo, ha sentito un rumore ed è caduto. Il video non ha suono, quindi non è probante". [...]

un colore, che poteva essere rosso o bianco. Scoprì in questo modo che i tempi di reazione erano più veloci nelle posizioni nel caso in cui lo stimolo era di tipo elettrico piuttosto che con i colori. Proctor e Wu [2006] riportano anche la differenza in millisecondi evidenziando un vantaggio di 66 ms per le posizioni compatibili (66 ms Vs. 122 ms). Donders commentò questi risultati evidenziando come la scelta tra due combinazioni alternative di Stimolo-Risposta, si ottengono TR più rapidi quando gli stimoli sono associati alle loro risposte naturali rispetto a quando sono ricombinati. Quindi se uno stimolo viene applicato sulla parte destra del corpo è più veloce una risposta di tipo motorio, mentre è più lenta per esempio una risposta verbale.

L'autore nella prima metà del secolo, descrisse inoltre intuitivamente una sorta di effetto di mapping spaziale, notando come confrontando le condizioni in cui lo stimolo veniva applicato allo stesso lato della risposta i tempi fossero più veloci e il numero di errori fosse minore rispetto a quando lo stimolo veniva applicato nella parte controlaterale rispetto alla risposta.

L'effetto di compatibilità spaziale fu formalizzato però solo 100 anni dopo, da Fitts e collaboratori in due famosi studi: Fitts e Seeger [1953] e Fitts e Deininger [1954]. Questi studi sono stati fondanti da diversi punti di vista, secondo Proctor e Wu [2006]:

- Per la terminologia
- Per i loro risultati principali
- Per le loro premesse teoriche

Per quanto riguarda la terminologia per esempio Fitts e Seeger [1953] usarono il termine compatibilità già nel titolo e questo contribuì certamente ad attribuire definitivamente un'etichetta alla linea di ricerca. Il termine in realtà era stato usato in precedenza da A.M. Small in una presentazione durante la conferenza del 1951 della Società di Ricerca in Ergonomia. Gli autori erano certo a conoscenza di questo precedente e scelsero il termine come quello più significativo tra i molti che sarebbero risultati appropriati.

Per quanto riguarda i paradigmi utilizzati da Fitts e colleghi sono in generale tra i più frequentemente impiegati e studiati tra quelli che rientrano negli studi dell'attenzione. Per esempio in Fitts e Seeger [1953] gli autori si proponevano di indagare la performance in un compito di reazione a otto tipi di stimoli. Il compito

consisteva nel muovere una o due puntine da una posizione base fino alla posizione di risposta. Nell'esperimento vennero usati tre gruppi di stimoli associati a tre gruppi di risposte in tutte le possibili combinazioni (fig. 4).

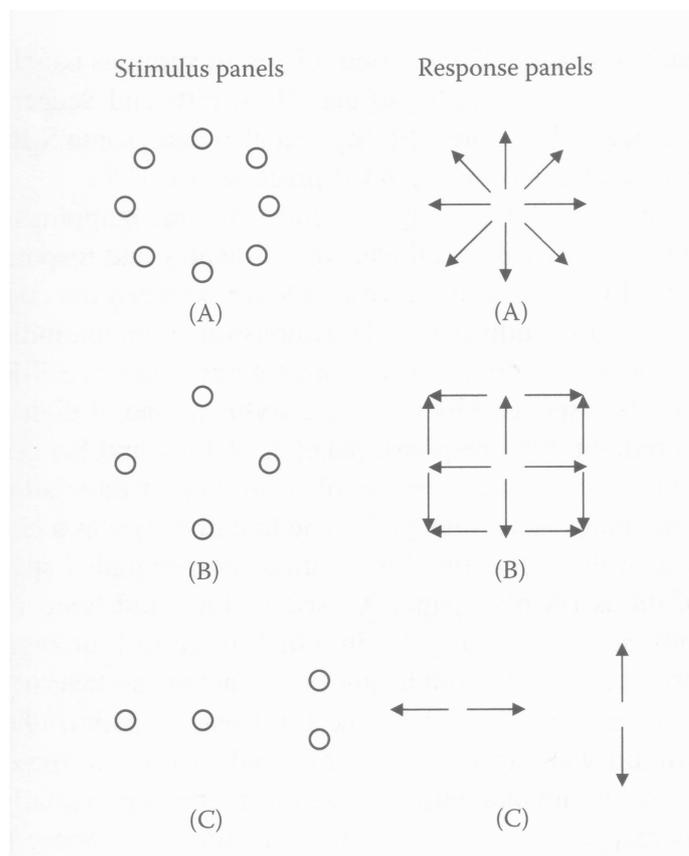


Figura 4: Nell'illustrazione sono visibili i tre panel di stimolazione (luci) e risposta usati da Fitts e Seeger [1953].

Fonte: Proctor e Wu [2006].

Fitts e Seeger trovarono infatti che quando i set di stimoli corrispondevano a quelli di risposta (stimoli in orizzontale, risposte orizzontali) i tempi di risposta erano più brevi rispetto a quando i due panel non corrispondevano. La compatibilità è quindi legata al livello di corrispondenza tra la configurazione degli stimoli e la disposizione delle risposte.

Nello studio condotto l'anno successivo assieme a Deininger [Fitts e Deininger, 1954] Fitts invece, dimostrò come l'effetto di compatibilità spaziale sia dovuto a singole coppie S-R all'interno di uno stesso set di S-R.

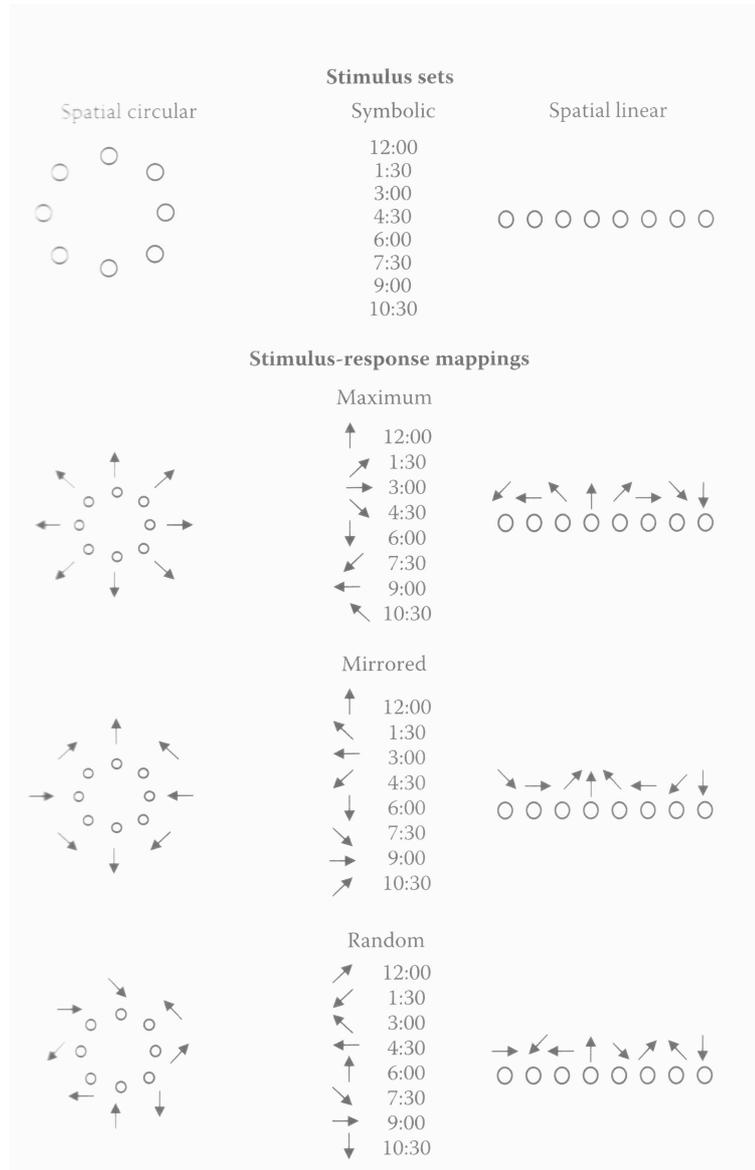


Figura 5: Nell'illustrazione sono visibili i tre panel di stimolazione e risposta usati da Fitts e Deninger [1954]. Le frecce indicano la direzione nella quale la puntina doveva essere mossa in risposta allo stimolo mostrato

Fonte: Proctor e Wu [2006].

Gli autori nel loro primo esperimento istruirono i partecipanti a rispondere agli stimoli muovendo una puntina in una delle 8 posizioni di una composizione circolare di stimoli, utilizzando il panel A già sfruttato da Fitts e Seeger [1953]. Il secondo gruppo di stimoli invece prevedeva risposte dirette in modo speculare alla prima prova e infine nel terzo la relazione era totalmente casuale (fig. 5).

In conclusione le prestazioni migliori si ottengono quando la disposizione degli stimoli corrisponde spazialmente alla posizione delle risposte. Si ha una risposta

media invece con una disposizione degli stimoli speculare a quella delle risposte e, infine, risposte peggiori quando la relazione tra la posizione dello stimolo e quella della risposta è del tutto casuale. Fitts e Deninger [1954] hanno inoltre dimostrato che le risposte sono discretamente veloci quando c'è una relazione sistematica anche se le risposte non corrispondono perfettamente (come appunto nelle disposizioni speculari).<sup>9</sup>

## **Terminologia e distinzioni**

Kornblum, Hasbrouck and Osman [1990] hanno successivamente raffinato la distinzione proposta da Fitts e Deninger [1954] evidenziando due caratteristiche degli effetti di compatibilità:

- La selezione di set di stimoli e risposte congruenti, indicata con i termini *set level compatibility*
- La generazione di coppie stimolo-risposta congruenti, indicata con i termini *element level compatibility*

Un esempio di compatibilità a livello di set è quello relativo alla posizione delle parole destra/sinistra (stimoli) e le possibili risposte date pronunciando le parole o premendo dei tasti su una tastiera: la posizione fisica dello stimolo è strettamente collegata alla posizione della risposta data premendo un tasto in termini di compatibilità, mentre non è collegata al compito di “pronunciare” [Proctor e Wang, 1997].

Le manipolazioni a livello di elementi per ottenere effetti di compatibilità invece riguardano le differenze di performance con lo stesso set di stimoli e risposte ed è definita come funzione della relazione specifica all'interno di una coppia stimolo-risposta.

Kornblum e colleghi [1990] hanno notato come un'altra caratteristica dell'effetto di compatibilità sia la similarità, che chiamano *dimensional overlap* (per una spiegazione più dettagliata vedi il paragrafo “Modelli per gli effetti di compatibilità

---

<sup>9</sup> Fitts e Deninger [1954, 490] concludono: [...] the degree of S-R compatibility characterizing a perceptual motor task depends not so much upon the particular set of stimuli nor upon the particular set of responses involved in the task as upon (a) the selection of a congruent stimulus and response set, and (b) the generation of congruent pairing of these stimulus and response elements in the formation of an S-R ensemble. [...] (Trad. [...] Il grado di compatibilità Stimolo-Risposta che caratterizza un compito percettivo-motorio non dipende tanto dallo specifico set di stimoli, ma piuttosto dallo specifico set di risposte al compito. In altre parole: a) la selezione di un set stimoli-risposte congruente b) la generazione di coppie congruenti tra questi stimoli e gli elementi delle risposte per formare insiemi di S-R.

spaziale”), tra gli stimoli e i set di risposta. Con *dimensional overlap* si intende il livello di similarità fisica, concettuale e strutturale tra gruppi di stimoli.

A seconda delle possibili combinazioni tra le tipologie di similarità e i set di risposta, Kornblum et al. [1990] sviluppano una tassonomia, riportata nella tabella 1.

<b>Tassonomia del Dimensional Overlap per la classificazione dei compiti in 8 tipologie</b>						
<b>Tipologia</b>	<b><u>Dimensioni similari</u></b>			<b><u>Esempio</u></b>		
	<b>Dimensioni</b>		<b>S-S</b>	<b>Esempio di</b>	<b>Stimoli</b>	<b>Risposte</b>
	<b>Rilevante</b>	<b>Irrilevante</b>		<b>Rilevante</b>	<b>Irrilevante</b>	
<b>1</b>	No	No	No	Colori	Lettere	Tastiera Pc
<b>2</b>	Si	No	No	Posizione	Lettere	Tastiera Pc
<b>3</b>	No	Si	No	Colori	Posizione	Tastiera Pc
<b>4</b>	No	No	Si	Colori	Parole colorate	Tastiera Pc
<b>5</b>	Si	Si	No	Colori	Posizione	Tastiera Pc con colori
<b>6</b>	Si	No	Si	Posizione	Colori e parole colorate	Tastiera Pc
<b>7</b>	No	Si	Si	Colori	Parole colorate e posizione	Tastiera Pc
<b>8</b>	Si	Si	Si	Posizione	Posizione parole	Tastiera Pc

Tabella 1:Le diverse sovrapposizioni secondo Kornblum e colleghi [1990] sono attribuibili a diversi processi.

Fonte: Proctor e Wu [2006], tradotta e con modifiche

Nei modelli che descrivono le tappe del percorso dell’informazione, dallo stimolo alla risposta, sono spesso identificabili tre passi fondamentali:

- L’identificazione dello stimolo (percezione)
- La selezione della risposta (cognizione)
- L’esecuzione della risposta (azione)

La selezione della risposta si presume sia basata sui codici dello stimolo e della risposta, che rappresentano informazioni sullo stimolo e sulle potenziali azioni di risposta a questo. Come spiegato più dettagliatamente in seguito, sempre in questo capitolo, il modello più convincente nello spiegare come venga selezionata la risposta identifica due vie:

- Una **via automatica** totalmente indipendente dall'intenzione
- Una **via intenzionale**, che implica la traduzione dello stimolo rilevante per dare una risposta in accordo con le istruzioni del compito

La via automatica viene chiamata anche **via diretta** ed è collegata alle associazioni S-R di lungo corso, innate o apprese. La **via indiretta**, invece, viene chiamata condizionata ed è collegata all'identificazione della risposta oltre che alle associazioni S-R di breve termine, necessarie per dare una risposta ad un task specifico.

## **Modelli per gli effetti di compatibilità spaziale**

Proctor e Wu [2006] nel descrivere i modelli utilizzati per riassumere e spiegare gli effetti di compatibilità spaziale spiegano così la comparsa di queste strutture utili per riassumere i risultati, ottenuti nella lunga tradizione sperimentale:

*“In many cases, conceptual models have been used that are started qualitatively. Predictions about patterns of results can be made from models of this type, and much research has focused on evaluating such predictions. In recent years, there has been a move toward developing quantitative and computational models that also specify magnitudes of effects” (pag.15)*

### Il primo modello concettuale

La storia dei modelli esplicativi inizia contemporaneamente a quella della compatibilità spaziale. Riprendiamo quindi il discorso da Deninger e Fitts [1955] che svilupparono il primo modello concettuale. Gli autori lo utilizzarono per spiegare i risultati da loro ottenuti. L'idea principale è che l'efficienza dipenda da:

- Il modo in cui l'informazione viene trasformata
- Come l'informazione dello stimolo viene convertita in informazione per la risposta.

Le risposte più efficaci si ottengono quando è basso il numero delle trasformazioni di informazioni richieste per svolgere il compito.

Fitts e collaboratori [1959] sottolinearono anche come l'efficienza della trasformazione sia in funzione dei comportamenti e come questi comportamenti siano a loro volta legati a concetti e aspettative delle persone. Ogni contesto sperimentale deve essere preparato tenendo conto di queste aspettative, affinché possa essere tradotto ed utilizzato in modo appropriato per produrre risposte adeguate agli stimoli presentati in queste situazioni di tipo probabilistico.

### Modello algoritmico

Fitts e colleghi [1959] introdussero nei loro lavori un'analogia che diede spunto alla nascita del modello algoritmico: paragonarono la differenza tra risposte efficaci nei compiti compatibili e incompatibili a programmi di computer con diversi livelli di complessità.

Rosembloom [1986] meno di trent'anni dopo sviluppò il modello algoritmico della compatibilità S-R. Questo modello ipotizza una singola via intenzionale alla selezione della risposta e collega ancora una volta l'effetto di compatibilità spaziale al numero di operazioni di trasformazione necessarie alla generazione di una risposta. Il modello algoritmico quindi riprende quanto già detto dal modello concettuale di Fitts e al. [1959] e Deninger e Fitts [1955].

Nel modello algoritmico l'esecuzione dei compiti da parte dei partecipanti alla prova sperimentale viene paragonata all'esecuzione di un algoritmo (programma) sviluppato per rispondere [Rosembloom, 1956]. Sono prevedibili così come minimo due passaggi:

- L'analisi delle istruzioni e la scelta del giusto algoritmo
- L'analisi della complessità per stimare il tempo necessario alle operazioni di base e il numero di operazioni di qualsiasi tipo necessarie per rispondere ad ogni singolo trial.

Il risultato di questa analisi algoritmiche delle condizioni sperimentali origina una predizione quantitativa sugli effetti della risposta.

Per spiegare il suo modello Rosebloom [1986] scrisse gli algoritmi che riassumevano alcuni degli esperimenti riportati anche in questo lavoro, come quello di Fitts e Seeger [1953].

### Modello dell'overlap dimensionale

Mentre i modelli presi in considerazione finora, sia quello di Deninger e Fitts [1955] che quello di Rosebloom e Newell [1987], enfatizzano la traduzione intenzionale dagli stimoli alle risposte, i modelli degli anni '90 prendono in considerazione le possibili combinazioni dei due elementi:

- L'attivazione automatica
- Le componenti di traduzione

Kornblum e colleghi, all'inizio degli anni '90, proposero il modello dell'Overlap Dimensionale (Kornblum et al., 1990; Kornblum, 1992) nel tentativo di comprendere tutti le classi di compiti di compatibilità stimolo-stimolo e stimolo-risposta in un modello di processamento su due livelli. La sovrapposizione dimensionale (Dimensional Overlap) viene definita come la presenza di similitudini percettive, concettuali o strutturali tra gli insiemi di stimoli o tra l'insieme degli stimoli e quello delle risposte.

Il primo modulo della teoria riguarda l'identificazione dello stimolo e la generazione di un vettore di stimolo, che a sua volta veicola il secondo modulo, quello della risposta. Il vettore di stimolo è composto da tutti gli attributi dello stimolo o le caratteristiche codificate dal modulo di identificazione dello stimolo, compresi gli attributi irrilevanti [Kornblum, 1994]. Il modulo di produzione della risposta segue due sentieri principali nel processamento: l'attivazione automatica della risposta e l'identificazione della risposta [Kornblum and Lee, 1995].

Tutti i livelli del modello prevedono che tempi di risposta più rapidi vengano osservati in caso di sovrapposizione delle dimensioni. Il fatto è spiegato dall'esistenza di regole che permettono al processo di accelerare. Viceversa, quando non c'è sovrapposizione, il processo di identificazione procede per mezzo della ricerca. La ricerca in caso di sovrapposizione richiede però più tempo.

In molti modelli l'attività del sistema motorio può essere condizionata ancor prima che la valutazione dello stimolo sia completata. In particolare quando il compito è predeterminato questa valutazione spaziale può portare ad una risposta e la valutazione completa a tutt'altra scelta. La presenza di due possibili risposte genera conflitto. L'attivazione anticipata del sistema motorio di risposta da parte di una valutazione parziale dello stimolo è stata studiata approfonditamente negli esseri umani utilizzando paradigmi di compatibilità con stimoli di tipo acustico [Eriksen and Eriksen, 1974; Coles et al., 1988; Gratton et al., 1988] i paradigmi con compiti conflittuali [DeJong et al., 1990].

### Modelli connessionistici

I modelli connessionistici della cognizione costituiscono un'alternativa al classico approccio "regole e rappresentazioni".

Un'architettura connessionistica consiste di semplici unità, ciascuna delle quali possiede in ogni momento un certo grado di attivazione ed è connessa a un certo numero di altre unità, alle quali invia stimoli inibitori o eccitatori. Data una certa configurazione di attivazione iniziale, l'eccitazione e l'inibizione che si propagano nel sistema modificheranno gli stati di attivazione delle unità fino ad assestarsi in una configurazione stabile. Un sistema connessionistico ha un alto grado di parallelismo e il suo funzionamento si configura come quello di un sistema dinamico continuo.

Secondo l'interpretazione dominante le variabili numeriche del sistema corrispondono a caratteristiche sottostanti il livello dei concetti dei quali si ha coscienza quando si descrive l'ambito del compito. Siccome è possibile interpretare l'attività delle unità connessionistiche in termini di un contenuto specifico, è possibile e naturale assegnare interpretazioni a configurazioni di attivazione di insiemi di unità, e non a caratteristiche di unità singole.

### Teoria dell'Event coding

Nelle teorie tradizionali percezione e azione venivano considerate processi periferici rispetto alla cognizione. Da qui l'esempio del "sandwich" del cognitivismo, nel quale percezione e azione rappresentano le parti esterne mentre la parte migliore, la cognizione, sta all'interno. In più, si dava per implicita l'esistenza una

relazione lineare tra percezione e azione: la percezione viene sempre prima, l'azione poi. Non si teneva conto che tipicamente ciò che percepiamo è influenzato e modulato dalla risposta motoria che intendiamo fornire: percepiamo in modo diverso, ad esempio, se intendiamo rispondere con una saccade (movimento oculare) o fornendo una risposta manuale (Berthoz, 1997).

Teorie più recenti invece evidenziano l'esistenza di una relazione di circolarità e mutua influenza tra percezione e azione. Tra queste rientrano le teorie ideomotorie, tra cui la Teoria dell'Event Coding [Hommel et al., 2001], che si basa sull'assunto che percezione e azione abbiano un codice comune. Maggiore è l'area di sovrapposizione tra ciò che percepiamo e ciò che siamo in grado di fare, più semplice risulterà, ad esempio, il riconoscimento di azioni. Così, pianisti esperti tendono a riconoscere con più facilità un brano suonato da loro stessi piuttosto che da altri, proprio perché ciò che percepiscono si sovrappone con parte del programma motorio che "possiedono". Inoltre è stato messo in luce lo stretto nesso tra azione e conoscenza, sia in quanto la conoscenza si fonda sull'azione sia in quanto è funzionale ad agire. "Knowledge is for acting" [Wilson, 2002]. La conoscenza non viene studiata per sé, ma in quanto utile a rapportarci con l'ambiente che ci circonda.

La Theory of Event Coding propone un modello teorico per l'interpretazione di tali dati ipotizzando un medium rappresentazionale comune per le azioni e per gli eventi percepiti. In particolare, il processo attenzionale sarebbe diretto alle dimensioni dello stimolo più rilevanti per la produzione dell'azione pianificata [Hommel et al., 2002]. Studi condotti con risonanza magnetica funzionale hanno mostrato che l'analisi percettiva di dimensioni dello stimolo quali forma, ritmo e posizione spaziale si associa all'attivazione di aree motorie responsabili delle azioni per cui quelle dimensioni sono più appropriate (per esempio grasping, tapping, reaching) [Schubotz et al., 2002]. Secondo la teoria, anche la pianificazione attiva di un'azione dovrebbe guidare il processo attenzionale sulle dimensioni dello stimolo azione-correlate.

## ***Punti di riferimento per le codifiche spaziali***

L'effetto di compatibilità spaziale pone il problema di quale sia il sistema di riferimento usato nella codifica spaziale dello stimolo. Esistono prove sperimentali a favore sia del sistema egocentrico che di quello relativo. Secondo il sistema di riferimento egocentrico uno stimolo viene codificato come posizionato a destra o a sinistra in base alla posizione che occupa rispetto al corpo, al capo o al punto di fissazione dello sguardo. Secondo il sistema di riferimento relativo, invece, il codice spaziale si forma in relazione alla posizione di un secondo stimolo.

Per primi lo dimostrarono Umiltà e Liotti [1987], ma altri dati a favore di una codifica basata sul sistema di riferimento relativo sono stati ottenuti da Nicoletti et al. [Nicoletti, Anzola, Luppino, Rizzolatti e Umiltà, 1982]. Gli autori hanno posizionato, all'interno del medesimo emicampo visivo, due stimoli le cui posizioni potevano essere codificate come "destre" qualora fosse stato impiegato un sistema di riferimento egocentrico, oppure "sinistre" qualora fosse stato impiegato un sistema di riferimento relativo come mostrato nel figura 6.

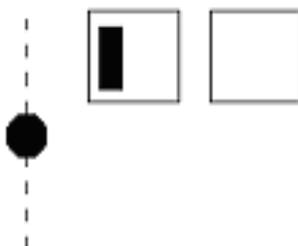


Figura 6: Esempificazione del paradigma sperimentale per la codifica basata sul sistema di riferimento relativo.

Fonte: Nicoletti e Umiltà [1998]

I risultati a favore di una codifica basata su un sistema di riferimento egocentrico, invece, sono stati ottenuti in un successivo esperimento [Umiltà e Liotti, 1987]. I due autori presentarono due quadrati che fungevano da contenitori per gli stimoli e due quadrati con i contorni tratteggiati con l'unico scopo di affiancare le altre due figure, consentendo una eventuale codifica spaziale basata sul sistema di

riferimento relativo. Si ottennero risposte più veloci con il pulsante sinistro quando lo stimolo appariva nell'emicampo sinistro e viceversa per il pulsante destro (fig. 7).

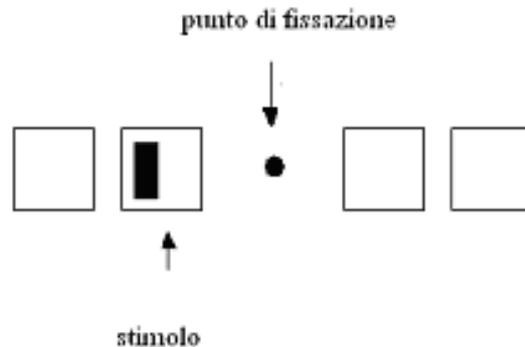


Figura 7: Esempificazione del paradigma di Umiltà e Liotti [1987].

Fonte: Nicoletti e Umiltà [1988]

In base agli esperimenti presentati è possibile confermare l'ipotesi secondo cui il sistema di riferimento può essere sia egocentrico che relativo a seconda del tipo di processo che deve essere messo in atto per formare il codice della posizione dello stimolo.

### ***Effetti di compatibilità spaziale semplici***

Ci sono diversi buoni motivi per essere interessati agli effetti di compatibilità spaziale: prima di tutto la compatibilità è un fenomeno riscontrabile sia negli esperimenti condotti in laboratorio che nelle interazioni quotidiane con le macchine e poi è forse la misura più trasparente dei processi cognitivi di base che intervengono tra la percezione e l'azione.

E' possibile evidenziare tre linee di lettura tra le tante conclusioni tratte per spiegare il fenomeno; alcuni scienziati si sono infatti concentrati sui codici spaziali generati, altri sugli obiettivi e i contesti o sulle regole. Infine è determinante tenere in considerazione il ruolo della pratica.

### **Le relazioni spaziali**

Possiamo passare in rassegna considerazioni estratte dai lavori di alcuni scienziati interessati agli effetti di compatibilità spaziale, mettendo in luce alcuni elementi di contributi già affrontati in questo capitolo e altri non ancora citati:

- Umiltà e Liotti [1987] hanno dimostrato come la compatibilità spaziale sia funzione della posizione relativa dello stimolo
- Il fattore che contribuisce maggiormente alla differenza tra mapping compatibile e incompatibile è la relazione tra la posizione dello stimolo e la posizione dell'effettore [Brebner, Shepard e Cairney 1972]
- In soggetti normali entrambi gli emisferi sono coinvolti nella selezione della risposta, ma la decisione è affidata primariamente all'emisfero che riceve lo stimolo visivo [Aglioti, Tassinari e Berlucchi 1996].

#### Azioni obiettivo e frames di riferimento

Riggio e collaboratori [1986] notarono, negli esperimenti condotti chiedendo ai soggetti di incrociare le braccia, che la posizione dell'effettore si confonde facilmente con la posizione dell'obiettivo di risposta. L'autrice del lavoro concluse che la compatibilità spaziale dipende dalla posizione dell'obiettivo di risposta piuttosto che dalla posizione dell'effettore.

Risultati simili furono ottenuti da Stin e Michaels nel 1997, utilizzando come effettore di risposta un cerchio o una specie di volante. Il movimento di rotazione di questo tipo di effettore non è esplicitamente verso destra o verso sinistra, ma è innegabile come il movimento orario o antiorario siano spazialmente orientati secondo le due direzioni. Le informazioni di codice di un movimento orario o antiorario sono sufficientemente simili a quelle destra o sinistra. Gli autori verificarono che l'effetto di compatibilità spaziale si ottiene anche utilizzando questo effettore, ma solo quando le mani del partecipante all'esperimento tengono il cerchio lungo il diametro orizzontale. Quando il movimento di rotazione viene effettuato tenendo il volante con una sola mano nella parte inferiore lungo la diagonale verticale non c'è alcun effetto significativo.

Proctor, Wang e Pick replicarono questo esperimento trovando invece un effetto di compatibilità spaziale quando si tiene il volante con entrambe le mani nella

parte superiore, in accordo con Stin e Michaels [1997], mentre invece non c'è effetto quando le mani sono tenute nella parte inferiore del cerchio.

Sempre rimanendo all'interno degli esperimenti che hanno ricondotto ai frames e alle azioni obiettivo l'emergere di effetti di compatibilità spaziale, Heister e collaboratori, nel 1990, hanno confrontato i riferimenti anatomici e spaziali delle risposte date con la stessa mano, utilizzando una procedura che permetteva di distinguere la distanza spaziale tra due dita usate per dare una risposta e la distanza anatomica tra le stesse due dita nella mano. Con questo esperimento gli autori hanno confermato la prevalenza della distanza spaziale nella generazione di effetti di compatibilità, rispetto a quella anatomica.

Nell'esperimento illustrato nella figura 8, condotto da Ladavas e Moscovitch nel 1984, sono stati studiati gli effetti del disallineamento dei riferimenti egocentrici e ambientali.

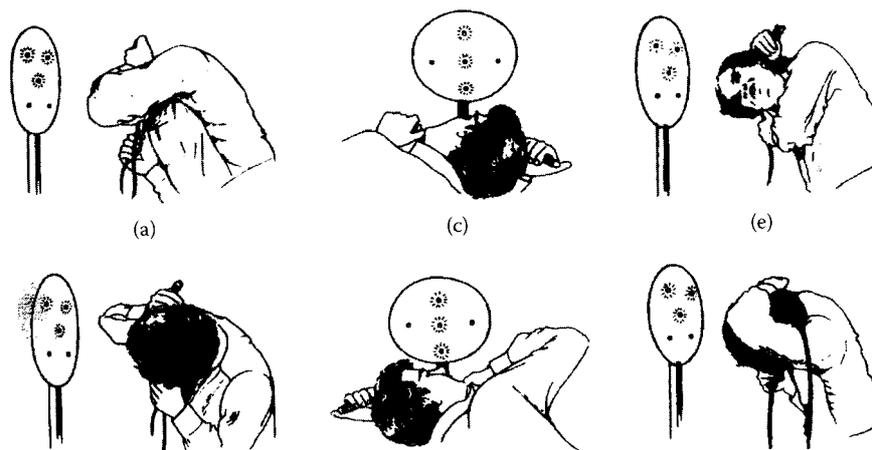


Figura 7: Esempificazione del paradigma di Ladavas e Moscovitch [1984].

Fonte: Proctor e Wu [2006]

Ladavas e Moscovich [1984] trovarono che nelle condizioni con la testa ruotata e con il dispositivo di risposta perpendicolare alla testa si ottengono effetti di compatibilità spaziale. I partecipanti sembrano tenere conto di entrambi i sistemi di riferimento, classificando gli stimoli come destri o sinistri sia che siano disposti in orizzontale o in verticale e li mappano rispetto alla mano di risposta, creando appunto degli effetti di compatibilità. Gli autori verificarono inoltre come

l'informazione ambientale fosse utilizzata come sistema di privilegiato per gli stimoli posti in orizzontale, mentre si facesse ricorso ad un sistema di riferimento egocentrico per quelli posti in verticale.

### Relazioni di compatibilità basate su regole

Fitts e Deninger già nel '54 avevano già sottolineato l'importanza di regole, come quella della specularità, per ottenere effetti di compatibilità spaziale. L'anno successivo Morin e Grant [1955] contribuirono a chiarire queste regole. Per i loro esperimento Morin e Grant utilizzarono una fila di 8 luci con un panel di risposta, a sua volta disposto in fila, con 8 pulsanti, che potevano essere premuti utilizzando 4 dita di ognuna delle due mani. Le condizioni sperimentali cambiavano tra partecipanti: cambiava la sistematicità della mappatura delle risposte rispetto agli stimoli, utilizzando la  $\tau$  di Kendall come indicatore della correlazione. Gli autori verificarono che le risposte in assoluto più veloci si riscontravano quando la correlazione era perfettamente positiva o negativa.

Duncan [1977], con un ulteriore esperimento, dimostrò che le risposte corrispondenti o perfettamente opposte erano più veloci nei mapping "puliti" piuttosto che in quelli in cui le condizioni venivano mescolate. Questo effetto è facilmente visibile negli errori commessi dai partecipanti nelle condizioni mescolate, dove tendevano a sbagliare dando le risposte che sarebbero state corrette per il mapping "pulito". L'autore affermò quindi che la selezione della risposta può essere basata su regole generali e non sulle singole associazioni stimolo-risposta.

### Ruolo della pratica

La pratica quanto e come incide negli effetti di compatibilità spaziale? Hanno tentato di rispondere a questa domanda sia Fitts e Seeger [1953] che Knowles [1953], riscontrando che la dimensione dell'effetto di compatibilità è inversamente proporzionale alla pratica, ovvero più volte si esegue un compito, minore è la dimensione dell'effetto di compatibilità.

## ***L'effetto Simon***

Nella maggior parte dei paradigmi finora presentati la dimensione spaziale era una dimensione rilevante per la corretta esecuzione del compito assegnato mentre nell'effetto Simon tale dimensione, nonostante non sia necessaria, e quindi irrilevante ai fini del compito assegnato, viene ugualmente tenuta in considerazione e codificata. L'effetto è quindi generato dalla combinazione tra dimensioni rilevanti rispetto al compito, dimensioni irrilevanti rispetto al compito e caratteristiche della modalità di risposta.

Simon nel 1969 scoprì l'effetto che ora viene ricordato con il suo nome [classificazione di Hedge e Marsh, 1975], ma che lui definì "*reaction towards the source*", ovvero reazione verso la fonte (di stimolazione) [Simon, 1969]. L'effetto Simon riguarda tipicamente un compito di discriminazione di forma tra due stimoli diversi, quali possono essere per esempio un quadrato ed un rettangolo, per cui viene richiesto al soggetto di rispondere con un pulsante posizionato a destra nel caso in cui appaia il rettangolo (per esempio) e con un pulsante posizionato a sinistra all'apparire del quadrato. Entrambi gli stimoli possono essere presentati sia a destra che a sinistra, quindi sia in posizione coerente con quella dell'effettore di risposta, sia in posizione incoerente. Dall'analisi dei risultati di esperimenti condotti sfruttando un paradigma simile a quello esemplificato emerge che si ottengono tempi di risposta più brevi nel caso in cui lo stimolo richieda una risposta omolaterale piuttosto che una controlaterale, nonostante non sia richiesto al soggetto di prendere in considerazione la dimensione spaziale dello stimolo, ma di discriminare la sua forma.

Per spiegare il motivo che induce il soggetto a considerare in maniera determinante la posizione dello stimolo nelle latenze di risposta sono state formulate tre ipotesi:

1. Ipotesi attentiva
2. Ipotesi della codifica
3. Ipotesi dell'orientamento dell'attenzione

Secondo l'**ipotesi attentiva** [Simon 1969;1990] la tendenza a prendere in considerazione la posizione dello stimolo deriverebbe da un'innata tendenza a rispondere "verso" la fonte di stimolazione e ciò costituirebbe la causa del costo che

si riflette nei tempi di reazione nel caso in cui la risposta sia controlaterale rispetto allo stimolo. Bisogna infatti prima inibire il lato attivato in maniera automatica e successivamente selezionare la risposta corretta. Tuttavia esperimenti che hanno preso in considerazione stimoli presentati nello stesso emicampo visivo [Umiltà e Nicoletti 1985; Umiltà e Liotti 1987] hanno messo in crisi questa ipotesi. In questa condizione gli autori ottennero risposte più veloci con l'effettore posto a destra per lo stimolo che si trovava più a destra tra i due.

Secondo l'**ipotesi della codifica** la posizione dello stimolo è codificata nello stadio di selezione della risposta dove avviene una traduzione del codice rilevante (non spaziale) dello stimolo nel codice rilevante (spaziale) della risposta. L'effetto Simon è dunque dovuto alla traduzione del codice non rilevante (spaziale) dello stimolo nel codice spaziale della risposta. [Wallace, 1971; 1972]. Visto che il codice spaziale dello stimolo è dello stesso tipo di quello della risposta, sovrapponendosi, può facilitare o rallentare il processo di traduzione. Attraverso questa ipotesi è possibile sia spiegare la presenza dell'effetto Simon nel caso di stimoli presentati all'interno dello stesso emicampo, sia notare come il codice spaziale venga formato in relazione ad un sistema di riferimento relativo.

Entrambe le ipotesi presentate però non spiegano perché avvenga l'identificazione automatica dello stimolo. È stata perciò formulata l'**ipotesi dell'orientamento dell'attenzione** o **modello integrato dell'effetto Simon**, secondo cui la codifica della posizione dello stimolo è una conseguenza del movimento dell'attenzione verso lo stimolo stesso [Stoffer, 1991; Stoffer e Yakin, 1994]. Questa teoria, in accordo con quella premotoria dell'attenzione, sostiene che anche quando un movimento non viene effettuato, il relativo programma motorio, necessario per il movimento oculare, viene completamente formato e specificato. Esperimenti a favore di questa ipotesi sono stati realizzati da Nicoletti ed Umiltà [1994]. Essi miravano a verificare se il codice spaziale dello stimolo fosse funzione dell'attenzione verso lo stimolo stesso e se l'effetto Simon non si presentasse in caso di assenza dei movimenti dell'attenzione. I risultati ottenuti hanno confermato entrambe le ipotesi di partenza motivando il perché la dimensione spaziale irrilevante venga comunque presa in considerazione.

*E così ho guardato la partita con attenzione,  
cercando sempre la stessa cosa: momenti compatti  
in cui un giocatore diventasse tutt'uno con il suo movimento,  
senza bisogno di frammentarsi dirigendosi verso  
(Muriel Barbery)*

## **4 PARTE SPERIMENTALE: LA DIREZIONE DEL MOVIMENTO E L'ATTENZIONE**

### **Le Microaffordances e i paradigmi di compatibilità**

Il rapporto tra percezione e attivazione del sistema motorio è stato spesso studiato utilizzando studi comportamentali. I paradigmi di compatibilità rientrano in questa categoria. Gli studi di Tucker e Ellis [Ellis e Tucker, 2000; Tucker e Ellis, 2001] hanno evidenziato come la visione di oggetti attivi le affordances ad essi associate. In particolare viene introdotto il concetto di “microaffordance” intendendo le azione attivate immediatamente e indipendenti dagli scopi dei soggetti. Queste azioni sono necessariamente piuttosto semplici, come, per esempio, quella di afferrare un oggetto.

Ogni oggetto veicola una microaffordance specifica, non legata alla sua dimensione o alla sua posizione. Se per esempio vogliamo afferrare una tazza con il manico rivolto a destra verrà automaticamente attivato un movimento del braccio e della mano destra per afferrarla.

Nei paradigmi sperimentali presentati da Ellis e Tucker [2000] ai partecipanti era chiesto di categorizzare oggetti naturali ed artefatti posti dietro uno schermo di vetro. Per fornire la risposta i partecipanti dovevano effettuare su un joystick, appositamente modificato, un movimento di prensione, che poteva simulare la presa di precisione o la presa di forza. La presa di precisione è quella che si effettua quando si vuole prendere un oggetto come una penna, un graffetta o un foglio. La presa di forza è quella che si usa per afferrare oggetti come bottiglie e bastoni. I risultati hanno messo in evidenza una relazione di compatibilità tra il tipo di presa e la dimensione dell'oggetto, nonostante i partecipanti non potessero afferrare gli oggetti in questione perché posti dietro il vetro. Vedere un oggetto è sufficiente per suggerire

al nostro corpo un possibile movimento di prensione. Ai fini della richiesta degli sperimentatori però la dimensione dell'oggetto era irrilevante visto che l'obiettivo era quella di discriminare tra oggetti naturali e artefatti.

Evidenze empiriche dimostrano che le microaffordance non attivano solo movimenti di prensione, ma anche azioni di raggiungimento attivate da particolari disposizioni di forma o orientamento degli oggetti [Tucker e Ellis, 1998]. Inoltre la posizione di un oggetto attiva uno specifico effettore. Phillips e Ward [2002] ne danno una dimostrazione empirica chiedendo ai soggetti di posizionarsi con le mani incrociate e facendoli rispondere con i piedi tramite un pedale. Ad una prima analisi gli autori trovarono che le risposte date con la mani corrispondenti agli effettori (tasto destro premuto con le dita della mano destra e viceversa) non differivano nella generazione degli effetti dalle risposte date con le braccia incrociate. Approfondendo l'analisi statistica però Phillips e Ward scoprono che l'effetto di corrispondenza è maggiore nella condizione con le braccia incrociate. Lo stesso pattern di risultati si ottiene utilizzando i piedi come effettori. I risultati dell'esperimento sono stati interpretati come la dimostrazione che la visione di un oggetto dotato di manici, come una padella, un coltello o uno spazzolino, non attiva un effettore, ma un codice spaziale più generale, che può dare origine ad una grande varietà di risposte eseguite dalla stessa parte dello spazio a cui le affordance sono legate.

### **Studi con paradigmi di priming motorio-visivo e visuo-motorio**

I paradigmi di priming motorio-visivo confermano l'esistenza di una stretta relazione tra percezione e azione. L'attivazione della rappresentazione motoria non comporta necessariamente l'esecuzione della risposta, ma solo del potenziamento, ad un livello sotto soglia, delle specifiche azioni associate all'oggetto [Di Pellegrino 2004]. Craighero e coll. [Craighero, Fadiga, Rizzolatti e Umiltà, 1999] hanno dimostrato che un compito di preparazione motoria può favorire la detezione e la discriminazione di forme visive.

Nonostante le evidenze empiriche dimostrino una relazione tra prime visivo e risposta motoria attualmente non esiste un esperimento cruciale che attribuisca al solo prime visivo la capacità di evocare una risposta motoria. Lo stimolo visivo si

trasforma in progetto di un'azione solo nel caso in cui ci sia una pre-attivazione motoria o se l'esperimento è preceduto da una fase di preparazione motoria.

## **La compatibilità Stimolo Risposta con oggetti in movimento**

Fitts and Seeger nel 1953 indagarono per primi in modo sistematico la relazione tra Stimolo e Risposta, come già abbondantemente scritto nel capitolo precedente. Riprendendo i loro risultati è possibile affermare che le risposte a stimoli lateralizzati sono più veloci quando anche le posizioni relative di stimoli e risposte sono corrispondenti.

Michaels [1988], esaminando le possibili relazioni tra la teoria delle affordances e la compatibilità stimolo-risposta, scoprì che la compatibilità spaziale è fondata sulla compatibilità spaziale delle risposte. Per testare questa ipotesi utilizzò il moto apparente di due quadrati, trovando un effetto di compatibilità spaziale sulla direzione del movimento. L'autrice dimostrò che l'effetto di compatibilità dipende delle intenzioni. Le intenzioni infatti determinano quale informazione debba essere selezionata e trattenuta. Inoltre è possibile affermare che la compatibilità spaziale non è determinata dalle sole variabili statiche, ma anche da quelle dinamiche.

Proctor, Van Zandt, Lu e Weeks [1993] replicarono l'esperimento della Michaels (per conoscere le caratteristiche dell'esperimento della Michaels e per capire il compito utilizzato vedi fig. 2) usando oggetti in movimento, frecce e diverse modalità di risposta (pulsanti, tasti, ma anche movimenti di prensione utilizzando il joystick). Gli autori spiegarono l'effetto della destinazione come funzione della posizione relativa e di quella assoluta rifiutando l'interpretazione legata alle affordance.

Seguendo la linea tracciata da Michaels [1988] e da Proctor ed al. [1993] in questo lavoro di ricerca è stato ideato un esperimento per verificare se un movimento visibile o le conseguenze di un'azione siano necessarie per ottenere un effetto di compatibilità spaziale. Ipotizziamo che lo stesso effetto possa emergere chiedendo ai partecipanti solamente di immaginare il movimento, senza fornire alcun feedback visivo e chiedendo di rispondere alla direzione del movimento.

## **Il contesto ecologico evocato: immagina un'azione di attacco in una partita di pallavolo**

Come contesto abbiamo scelto quello sportivo e in particolare una partita di uno sport piuttosto comune e praticato da tutti gli studenti durante le ore di educazione fisica a scuola. Ogni partita di pallavolo può essere letta come un dialogo tra le due squadre. A differenza di qualsiasi conversazione però l'obiettivo non è mantenere l'accordo, ma spostare l'attenzione degli avversari in modo tale da non permettere loro di difendere la palla e di avere un'opportunità di contrattacco. Forse più che di un'amichevole chiacchierata si potrebbe paragonare il confronto sportivo ad un litigio ben regolamentato, ma nell'interazione è evidente come la squadra di attacco stia in qualche modo "chiedendo" e la squadra in difesa stia "rispondendo". Anche i termini utilizzati per descrivere le azioni in qualche modo legittimano questo paragone: la difesa dalla battuta è detta ricezione e la palla che attraversa il tempo che intercorre tra la battuta e il termine del punto è chiamato "scambio", quasi come se azioni fossero interlocutorie, prodromiche all'attacco, e non finalizzate a segnare subito il punto. Il valore interlocutorio dello scambio è forse ancora più evidente nel gioco del tennis.

Gli esseri umani generalmente comunicano scambiando segni, parole e movimenti. Una comunicazione ben riuscita è quella in cui viene mantenuta una condizione condivisa, gli obiettivi sono comuni e quando l'attenzione è mantenuta sui partecipanti. Quando due squadre si affrontano sul campo di pallavolo l'attenzione delle due squadre è altissima e mantenuta sull'avversario, ma distogliere l'attenzione dalla palla è anche l'obiettivo comune, per ottenere il punto.

Ma perché scegliere un contesto così dettagliato per condurre un esperimento? Michaels [1988] suggerì la necessità di uno sfondo ecologico per lo svolgimento di esperimenti sull'orientamento dell'attenzione. Come già scritto la teoria ecologica fu sviluppata da Gibson [1950, 1966, 1979] e metteva in evidenza la relazione tra ogni organismo e il suo ambiente. La specifica stimolazione ambientale è infatti estremamente densa di dettagli che però non dovrebbero interferire, secondo alcuni dei modelli presentati, nella relazione tra percezione e azione. Il contesto ecologico infatti oscura parzialmente l'importanza delle rappresentazioni mentali, descrivendo la performance come il risultato della relazione diretta tra alcune azioni e

le informazioni messe a disposizione del sistema percettivo. Un oggetto o un evento possono essere percepiti in termini di azioni che sono consentite. Queste azioni vengono definite come “afforded”<sup>10</sup> (fornite) direttamente dall’oggetto e le risposte sono date in modo automatico, senza alcuna mediazione di tipo cognitivo.

## Esperimento 1: La compatibilità spaziale con oggetti immaginati in movimento

In questo esperimento abbiamo preso spunto da quanto fatto da Claire Michaels nel 1988. L’autrice di questo esperimento aveva come obiettivo quello di capire se il movimento verso una posizione determina risposte più veloci nella posizione di destinazione o l’attenzione è orientata verso l’origine del movimento. Per verificare questo effetto la ricercatrice utilizzò una variante di un compito tradizionale S-R con degli stimoli che si espandevano dando l’impressione di muoversi e un joystick per dare delle risposte altrettanto dinamiche. Lo stimolo era costituito da un quadrato che appariva in un lato dello schermo per poi muoversi verso la posizione opposta.

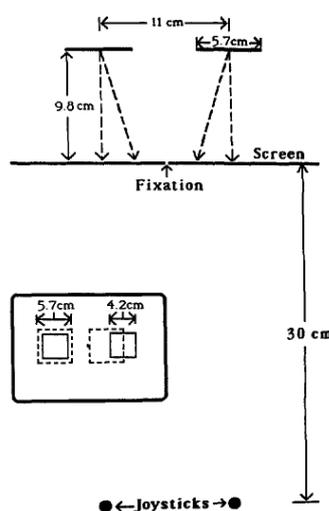


Figura 2: Esempificazione del paradigma utilizzato da Michaels nel 1988. La parte superiore della figura mostra la posizione di partenza dei quadrati. Le linee tratteggiate mostrano il movimento degli oggetti, che non attraversavano mai la linea di metà schermo.

Fonte: Michaels [1988].

<sup>10</sup> La traduzione è complessa. Il termine inglese to afford significa sia offrire che permettersi. Per non perdere nulla del significato del termine, lo lascerò invariato, tentando di coniugarlo in italiano.

Nella prima parte dell'esperimento ai partecipanti veniva chiesto di rispondere alla posizione di partenza del quadrato, mentre nella seconda parte veniva chiesto loro di muovere il joystick verso la posizione di arrivo.

Michaels [1988] interpretò il vantaggio delle risposte date con un movimento verso la destinazione come una prova dell'importanza dell'azione richiamata ("affordata") da un semplice movimento. La ricercatrice descrisse questo effetto come "Effetto di compatibilità della destinazione", come se il risultato fosse generato da un tentativo di afferrare, muovendo il joystick, il quadrato in movimento.

Nel primo esperimento della serie presentato in questo lavoro tenteremo di replicare il risultato. L'oggetto che i partecipanti vedranno non sarà in movimento, ma verrà chiesto loro di immaginarlo mentre si sposta. L'oggetto percepito è però immobile. Si è scelto inoltre di non utilizzare un joystick, ma un pulsante della tastiera per fornire la risposta, rispettando in questo modo il concetto di similarità descritto da Kornblum et al. [1991].

## **Metodo**

### *Partecipanti*

Hanno partecipato all'esperimento 15 studenti dell'Università di Bologna, scelti tra quelli che frequentano il Dipartimento di Discipline della Comunicazione (12 ragazze e 3 ragazzi, età media = 19,5 anni, deviazione standard dell'età = 0,6). Tutti i partecipanti presentavano una capacità visiva normale o corretta e riportata alla normalità. Tra di loro non c'erano pallavolisti e tutti hanno riferito di essere destrimani. I partecipanti non conoscevano lo scopo dell'esperimento e non sono stati pagati per il tempo messo a nostra disposizione.

### *Materiali*

Sono stati utilizzati due tipi di stimoli e le immagini sono state create utilizzando il programma Paint. Le immagini presentate ai soggetti consistevano in un rettangolo con una linea al centro. La linea centrale era interrotta da un cerchio sopra al quale, a destra o a sinistra e inclinata di 45°, era visibile una linea. Queste due immagini sono state presentate ai partecipanti utilizzando un portatile Acer System

Mobile AMB Athlon™ con schermo a 13 pollici. L'esperimento è stato programmato utilizzando EPrime, nella versione 1.1, Service Pack 3

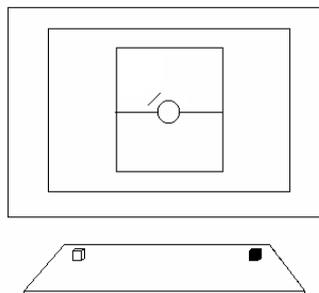


Figura 3: Stimolo e pulsante di risposta

### *Procedura e disegno sperimentale*

I partecipanti venivano fatti sedere di fronte allo schermo del laptop ad una distanza di circa 60 cm. La sessione sperimentale era preceduta da una breve sessione di prova, costituita da 24 prove. Alla sessione di prova seguivano due blocchi sperimentali da 120 prove ciascuno. In ogni blocco le immagini apparivano in ordine casuale. L'intero esperimento durava circa 20 minuti ed era costituito da due sessioni con istruzioni diverse.

Il contesto veniva descritto tramite le istruzioni a video ed era lo stesso per entrambe le sessioni. Il rettangolo veniva descritto come un campo da pallavolo nel quale i soggetti dovevano immaginare un'azione di attacco; la linea rappresentava la mano pronta a "schiacciare", mentre il cerchio era la palla. Le istruzioni chiedevano quindi di immaginare gli oggetti in movimento anche se apparivano sullo schermo solo nella loro dimensione iniziale e statica. Nella prima sessione ai partecipanti veniva chiesto di giudicare la possibile direzione della palla (il cerchio) dopo che la mano (la linea) le aveva inferto il colpo: quando immaginavano che la palla sarebbe andata a destra dovevano premere il tasto 9 della tastiera con l'indice della mano destra, mentre quando immaginavano sarebbe andata sinistra venivano invitati a premere il tasto 3 con l'indice della mano sinistra. Nelle istruzioni della seconda sessione, invece, ai partecipanti veniva chiesto di continuare ad immaginare l'azione, ma di premere il tasto nella posizione contraria a quella in cui immaginavano sarebbe

terminata l'azione (dovevano quindi premere il tasto 3 a sinistra quando la palla era diretta a destra e viceversa il tasto 9 a destra con la palla diretta a sinistra).

Il compito metteva in luce la direzionalità come fatto da Michaels [1988] nel suo lavoro, ma con due differenze: la direzione in questo lavoro è immaginata e la risposta non viene data utilizzando un joystick, ma premendo un pulsante di risposta.

Utilizzando questi stimoli e queste istruzioni la linea rispetto al cerchio e alla totalità dello spazio dello schermo era sempre posizionata in modo incongruente alla posizione del pulsante di risposta nella prima sessione e sempre congruente al tasto di risposta nella seconda sessione.

La scelta di non invertire per metà dei soggetti l'ordine dei blocchi è dovuta al fatto che volevamo essere certi che i soggetti immaginassero la traiettoria e volevamo ridurre il costo in termini di cambio di compito, in accordo con quanto suggerito da Monsell e colleghi nel 2000. La prima sessione infatti presentava una domanda diretta, mentre la seconda consisteva in un compito di tipo contro-intuitivo e finché i partecipanti non imparavano il "trucco" (rispondere alla posizione della linea senza aver bisogno di immaginare la traiettoria) il compito era anche più debole nell'associazione tra informazioni spaziali sulla traiettoria e posizione del pulsante di risposta.

La sequenza di ogni trial era la seguente (vedi figura 2): i partecipanti davano il via alla prova, dopo aver letto le istruzioni, premendo la barra spaziatrice. Al centro dello schermo appariva una crocetta di fissazione per 600 ms. Lo stimolo (rettangolo, cerchio e lineetta) venivano presentati immediatamente dopo, per altri 600 ms. Ai partecipanti veniva chiesto di rispondere mentre l'immagine era sullo schermo, identificando la direzione della palla e premendo il tasto 3 o 9 per dare la risposta. Alla risposta seguiva un feedback (giusto, sbagliato o ritardo).

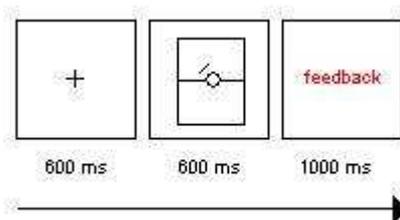


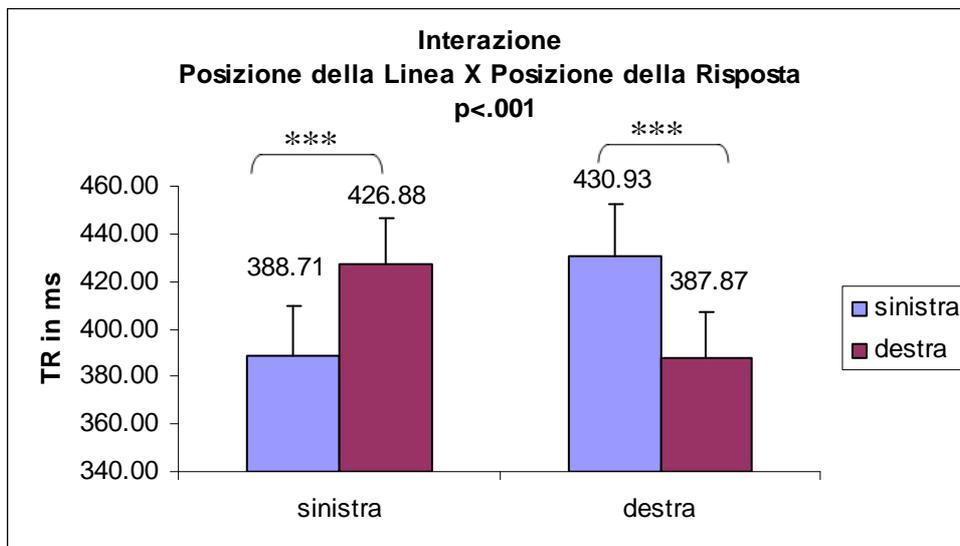
Figura 4: Sequenza sperimentale.

## Analisi dei risultati

Sono state eliminate tutte le prove in cui i partecipanti hanno risposto dopo 600 ms e gli errori, oltre ai tempi di reazione di ciascun partecipante che superavano o erano inferiori alla media dei suoi tempi di reazione più e meno due volte la deviazione standard. Questo ha permesso di eliminare circa il 5% dei dati raccolti.

E' stata usata una matrice 2X2 per l'analisi della varianza. I dati sono stati analizzati riunendoli in due fattori within a due livelli: Posizione della Linea (destra o sinistra) e Posizione della Risposta (destra o sinistra). L'analisi degli errori ha confermato che non era presente effetto di speed accuracy trade off.

L'ANOVA ha dimostrato che non c'è alcun effetto principale né per la Posizione della Linea ( $F(1,14)=1,541$ ,  $MSe=57,64$ ,  $p>.05$ ) né per la Posizione della Risposta ( $F(1,14)=0,999$ ,  $MSe=38,63$ ,  $p>.05$ ), mentre l'interazione tra i due fattori è risultata significativa  $F(1,14)= 90,88$ ,  $MSe = 272.25$ ,  $p<.001$ .



Le risposte compatibili, ovvero le risposte date a sinistra con il pulsante nello stesso lato della linea (media = 389; Dev.St. =17) erano più veloci di quelle incompatibili (media = 431, Dev.St. =17), ovvero delle risposte date con il pulsante destro con linea a sinistra. Lo stesso vantaggio delle risposte compatibili avviene quando la linea è a destra e si risponde con il pulsante destro (media = 388 Dev.St. =17), rispetto alle risposte date con il pulsante sinistro (media = 427, Dev.St. =21).

Un t-test utilizzato come post hoc ha dimostrato come questa interazione significativa sia del tutto simmetrica con una significatività di  $p < .001$ .

## **Discussione**

A differenza da quanto verificato da Michaels nel suo esperimento dell'88, pur utilizzando un paradigma simile al suo, non abbiamo trovato alcuna compatibilità condizionata dagli effetti della risposta, dalle intenzioni dei partecipanti o dalla direzione del movimento.

I risultati mostrano un classico effetto di compatibilità tra la posizione della linea e la posizione della risposta. I partecipanti sembrano ignorare sia le informazioni spaziali che contestuali date tramite le istruzioni. L'attenzione è strettamente ancorata all'oggetto percepito.

Per proseguire con il nostro approfondimento prendiamo allora esempio da quanto fatto da Hommel nel 1993.b Lo scienziato tedesco replicò l'esperimento della Michaels utilizzando però un paradigma di Simon. In questo modo verificheremo se il contesto e gli stimoli simbolici che stiamo utilizzando veicolano in qualche modo la direzionalità.

Lucia Riggio sostiene infatti che nel compito di Simon [Simon e Rudell 1967] la posizione dello stimolo attiva automaticamente la risposta spazialmente corrispondente, anche se la posizione dell'oggetto non è rilevante per il compito. E' possibile quindi riferirsi all'effetto Simon come un'affordance per lo spazio, in quanto la posizione dell'oggetto è caratteristica indispensabile per interagire con esso, per esempio cercando di afferrarlo o di evitarlo. [Riggio 2008]

## **Esperimento 2: Destination Compatibility Effect utilizzando un paradigma Simon-like**

Per testare la capacità di evocare un'idea di movimento e la direzionalità degli stimoli scelti abbiamo deciso di utilizzare un compito di tipo Simon. Le ipotesi sono che se lo stimolo non evoca alcuna direzionalità otterremo un effetto tradizionale tra la posizione della linea e quella del pulsante di risposta, mentre se la nostra scelta dei simboli è stata corretta non troveremo alcun effetto o addirittura un effetto invertito, condizionato dalla direzionalità.

Come già spiegato nei capitoli precedenti l'effetto Simon conferma il vantaggio di coppie di stimoli spazialmente compatibili anche quando la dimensione spaziale non è rilevante per il compito dato. Molti studi si sono focalizzati sul comprendere perché la posizione spaziale dello stimolo non può essere ignorata in un compito di Simon [Simon, 1969; Umilta' e Nicoletti, 1985; Nicoletti e Umilta', 1989; Hasbroucq e Guiard, 1991].

A differenza di altri studiosi Hommel [1993b] invece si concentrò sull'importanza della risposta piuttosto che sulle caratteristiche dello stimolo, testando l'approccio intenzionale agli effetti di compatibilità spaziale e assegnando un ruolo determinante alla rappresentazione mentale dell'obiettivo. L'effetto Simon infatti non è un'acritica tendenza a rispondere verso la fonte di stimolazione, ma è piuttosto dovuto alla costruzione di "tipologie logiche memorizzate" (stesso lato, altro lato) sia delle caratteristiche rilevanti che di quelle irrilevanti. Hommel scoprì in questo modo che la direzione dell'effetto Simon è legata alla corrispondenza con la posizione dell'obiettivo e che le risposte sono più veloci quando lo stimolo e l'intenzione o l'effetto dell'azione corrispondono tra loro.

Il secondo esperimento presentato riproduce quindi quanto fatto recentemente da Bonato e colleghi [2008] per dimostrare che il significato direzionale dei segni può generare dei codici spaziali che influenzano il tempo di risposta con effettori lateralizzati. L'esperimento riprende inoltre il senso di un paradigma di Simon utilizzato da Hommel [1993b], ma con una variazione: la direzionalità viene sempre solo evocata dalle istruzioni e non è visibile l'effetto dell'intenzione tramutata in

azione, ovvero non c'è un feedback percettivo che possa confermare al partecipante l'effetto del suo movimento.

## **Metodo**

### *Partecipanti*

Hanno partecipato all'esperimento 20 studenti dell'Università di Bologna, 9 femmine e 11 maschi, con un'età media di 21 anni (dev.st. = 2,62). Tutti i partecipanti hanno dichiarato di avere una capacità visiva normale o corretta al normale e di essere destrimani. Tra di loro non c'erano giocatori di pallavolo o allenatori di squadre di pallavolo. I partecipanti non sono stati pagati.

### *Materiali*

La strumentazione utilizzata era la stessa dell'esperimento precedente, mentre gli stimoli sono stati parzialmente modificati. Le immagini che potevano apparire erano 4 e colorate: la linea poteva apparire a destra o a sinistra del cerchio e la coppia linea-cerchio poteva essere disegnata con un tratto rosso o blu.

Ambiente e posizione dello stimolo erano gli stessi utilizzati nell'esperimento precedente.

### *Procedura e disegno sperimentale*

La struttura dell'esperimento e la presentazione degli stimoli avveniva con la stessa modalità dell'esperimento precedente, ma il compito assegnato ai partecipanti era parzialmente diverso. Veniva infatti chiesto loro di distinguere i colori (rosso e blu) schiacciando uno dei due tasti (sempre il tasto 3 e il tasto 9). L'associazione colore-tasto è stata bilanciata tra i soggetti. Le istruzioni spiegavano ai partecipanti che l'immagine che vedevano doveva essere immaginata come un'azione di attacco in una partita di pallavolo, con una mano (linea) che attacca una palla (cerchio).

Questo esperimento durava una decina di minuti e consisteva di una singola sessione di due blocchi da 120 stimoli, preceduti da una sessione di prova composta da 24 stimoli. Le immagini apparivano in ordine casuale.

Dal punto di vista spaziale, per metà degli stimoli la posizione della linea era compatibile con la posizione del pulsante di risposta, mentre per l'altra metà era incompatibile.

## Analisi dei Risultati

Sono state selezionate le risposte valide utilizzando lo stesso sistema applicato nel primo esperimento e anche in questo caso è stato rimosso circa il 5% dei dati raccolti. I dati rimasti sono stati analizzati per mezzo dell'ANOVA ad una via con il solo fattore within Corrispondenza. L'analisi degli errori ha confermato l'assenza di effetto di speed accuracy trade off.

Non c'è alcun effetto per il fattore Corrispondenza  $F(1,14) = 2.42$ ,  $MSe = 137.63$ ,  $p > .05$  e l'analisi sugli errori conferma l'andamento non significativo  $F(1,14) = 1.01$ ,  $MSe = 29.97$ ,  $p > .05$ .

Posizione della risposta Media dei TR ed (errori)	
Corrispondenti	Non corrispondenti
388.53 (122)	394.45 (170)

## Discussione

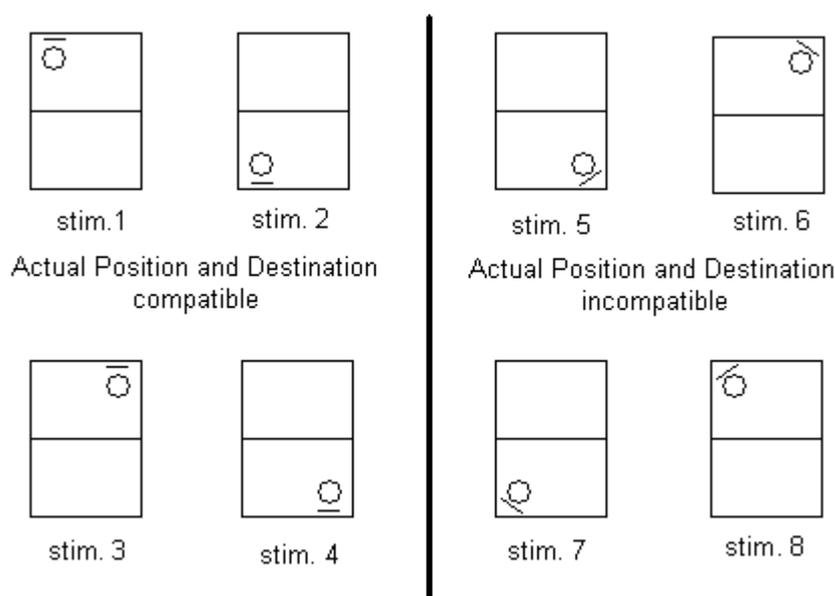
Questo esperimento non ha replicato i risultati ottenuti da Hommel et al. [1993b] e da Bonato et al. [2008], ma conferma l'ipotesi che gli stimoli scelti abbiano in sé una tensione vettoriale, poiché non ha invertito l'effetto, ma ha generato una differenza di TR di non significativa. La mancanza di significatività infatti ci porta a pensare che i partecipanti non raccolgano solo l'informazione spaziale percettivamente disponibile, ma elaborino informazioni sul movimento che viene chiesto loro di immaginare.

Per studiare in modo più approfondito l'influenza della traiettoria immaginata nel prossimo esperimento abbiamo separato i tre fattori, prendendo ancora una volta spunto dai lavori di Hommel: la posizione immaginata è così slegata da quella percepita e dalla posizione del pulsante di risposta.

### Esperimento 3: Destination Compatibility Effect separando i tre fattori Posizione di Partenza, Destinazione e Posizione della Risposta

Con il primo esperimento abbiamo dimostrato che l'effetto di compatibilità spaziale è meno sensibile dell'effetto Simon all'influenza delle intenzioni e alla direzionalità. Il risultato del secondo esperimento ha invece confermato che la scelta degli stimoli sia stata corretta e che la coppia linea-cerchio è realmente in grado di evocare informazioni sulla direzionalità come una freccia in base al contesto evocato e non per la sua natura asimmetrica. Forse però è necessario rinforzare le informazioni di tipo dinamico per ottenere un effetto come quello riscontrato da Michaels [1988] utilizzando un paradigma di compatibilità semplice.

Per capire meglio come l'intenzione di risposta e la direzionalità influenzino gli effetti di compatibilità spaziale, nel terzo esperimento abbiamo modificato gli stimoli utilizzando due linee con inclinazione differente per evocare diverse direzioni immaginate per ogni posizione del cerchio. Con la modifica della posizione della linea e posizionando la coppia linea-cerchio nei 4 angoli del rettangolo abbiamo ottenuto due possibili direzioni immaginabili per ognuna delle 4 posizioni della coppia linea-cerchio: una destinazione è sempre compatibile con la posizione della coppia di segni (attacco in lungo-linea), mentre l'altra è sempre incompatibile (attacco in diagonale).



Hommel nel 1993, a in un lavoro destinato a dimostrare come le intenzioni fossero in grado di invertire l'effetto Simon, utilizzò degli stimoli dotati di 3 caratteristiche che potevano essere tra loro sempre compatibili o incompatibili dal punto di vista spaziale. La luce da identificare poteva apparire a destra o a sinistra (goal), la posizione dell'effettore di risposta poteva essere destra o sinistra (key location) e il partecipante poteva utilizzare la mano destra o sinistra per dare la risposta (mapping anatomico). Utilizzando questo paradigma Hommel mise in luce un problema di ordine metodologico: la relazione tra queste elementi si rivelò infatti asimmetrica perché due delle relazioni generate erano di tipo spaziale, (Compatibilità SR), mentre una riguardava due elementi della risposta (Compatibilità RR). Il rischio maggiore in questa asimmetria era quello di confondere compatibilità e congruenza. Hommel risolse il problema introducendo un compito neutro come condizione di controllo.

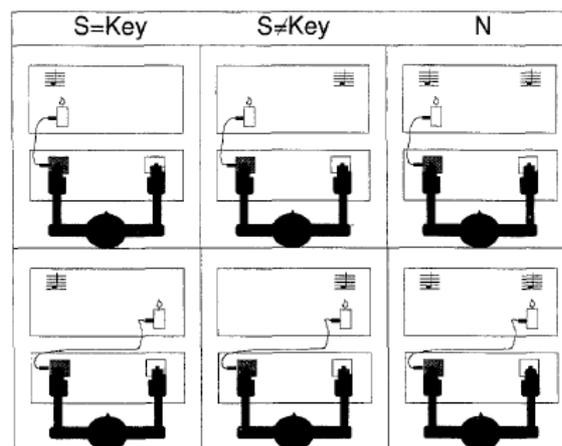


Figura 5: Esempificazione del paradigma utilizzato da Hommel nel 1993 in cui sono evidenti le relazioni spaziali tra lo stimolo (simbolizzato dalla nota), il mapping anatomico dell'effettore attivo e la posizione della mano, pulsante e luce (simbolizzata dalla candela) sia per il mapping parallelo (fila in alto) che per quello inverso (fila in basso). L'esempio si riferisce alla sola mano sinistra

Fonte: Hommel [1993a]

In accordo con quanto trovato da Hommel (1993a), introducendo con la modifica degli stimoli due possibili direzioni per coppia nel terzo esperimento di questo lavoro, otteniamo tre possibili relazioni di compatibilità:

- la prima è quella tra la Posizione Percepita e la Posizione della Risposta ed è una classica Compatibilità Spaziale tra Stimolo e Risposta
- la seconda è una compatibilità tra due caratteristiche dello stimolo, la Posizione Percepita e la Destinazione, e può essere letta come una Compatibilità Stimolo-Stimolo
- infine la terza consiste nella relazione di compatibilità tra la Destinazione e la Posizione della Risposta e può essere definita, con un termine della Michaels, Compatibilità Destinazione-Risposta oppure, se la destinazione è realmente sottesa dallo stimolo, ancora una volta abbiamo una compatibilità Stimolo-Risposta.

Questi tre fattori sono confrontabili con le caratteristiche individuate da Hommel, eccetto per la compatibilità tra le risposte (compatibilità RR), che nel nostro caso è stata sostituita da due caratteristiche dello stimolo (Compatibilità Stimolo Stimolo o Stimolo Direzione).

## **Metodo**

### *Partecipanti*

Venti studenti (12 femmine) dell'Università di Bologna, con età media 22,5 anni (dev.st.= 2,08) hanno partecipato all'esperimento. Tutti i partecipanti hanno confermato di avere acuità visiva normale o riportata al normale e di essere destrimani. Tra loro non c'erano giocatori o allenatori di squadre di pallavolo e non erano a conoscenza degli obiettivi dell'esperimento e non sono stati pagati per la loro partecipazione.

### *Materiali*

Gli stimoli erano costituiti da otto immagini che sono state disegnate utilizzando il programma Paint. In ogni immagine la coppia linea-cerchio poteva apparire in uno dei quattro angoli di un rettangolo. La linea poteva avere due inclinazioni: poteva essere parallela alla linea di fondo del campo o poteva essere inclinata di 45°. L'esperimento è stato programmato utilizzando EPrime, versione 1.1, Service Pack 3

e un computer dotato di processore 700 MHz con sistema operativo Windows '98 e di uno schermo 17”.

### *Procedura e disegno sperimentale*

La procedura utilizzata era la stessa utilizzata negli esperimenti precedenti. I partecipanti iniziavano con una serie di prova, costituita da 24 stimoli. Al termine della sessione di prova iniziava il compito vero e proprio che durava circa 30 minuti e consisteva di due blocchi per due sessioni sperimentali. In ogni blocco venivano presentati 120 stimoli e le 8 immagini erano presentati in ordine casuale.

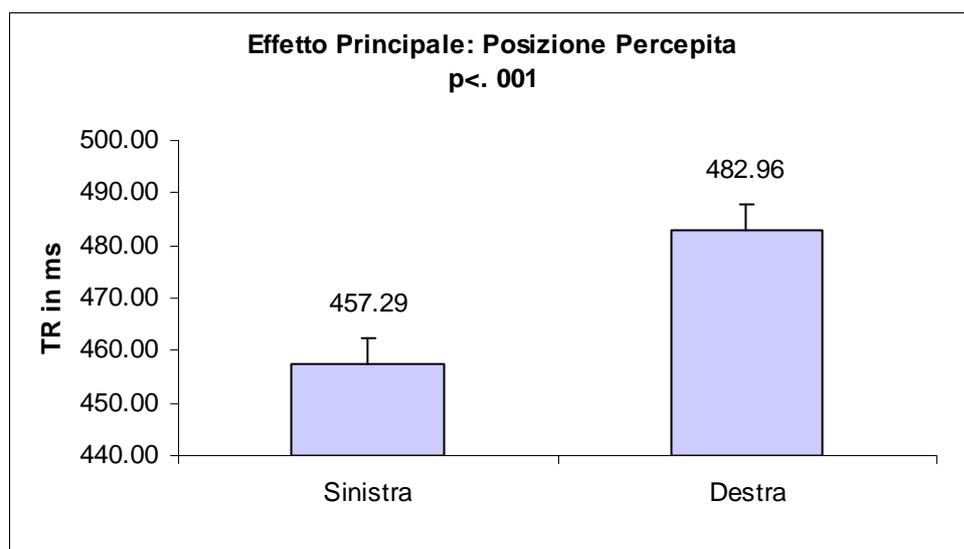
Le due sessioni sperimentali avevano compiti diversi, nonostante la descrizione del contesto fosse la stessa. Il rettangolo veniva descritto sempre come un campo di pallavolo in cui si stava realizzando un'azione di attacco. Come nell'esperimento 1 la linea doveva essere immaginata come una mano e il cerchio come una palla. Nella prima sessione il compito consisteva nel prevedere che direzione avrebbe assunto la palla dopo esser stata colpita dalla mano schiacciando il tasto corrispondente (tasto 3 a sinistra da premere con l'indice della mano sinistra per la palla diretta a sinistra e, viceversa, tasto 9 a destra da premere con l'indice della mano destra per la palla diretta a destra). Nella seconda sessione ai partecipanti veniva chiesto di continuare ad immaginare la direzione della palla, ma di premere il tasto nella posizione opposta a quella in cui immaginavano sarebbe terminato l'attacco. Anche in questo caso è stato scelto di non controbilanciare l'ordine degli esperimenti poiché il compito contro-intuitivo è più debole della domanda diretta [Monsell's et al. 2000].

La presentazione delle immagini avveniva allo stesso modo e con gli stessi tempi di presentazione utilizzati per l'esperimento 1. I partecipanti davano il via alla sessione di prova premendo la barra spaziatrice e facendo così apparire una crocetta di fissazione che rimaneva sullo schermo per 600 ms per poi sparire. Appariva poi il target e rimaneva on set per altri 600 ms nei quali i partecipanti dovevano rispondere al compito discriminando se la palla sarebbe andata a destra o a sinistra e rispondendo con il tasto corrispondente. Alla risposta del partecipante seguiva un feedback con scritto: “giusto!”, “sbagliato” o “ritardo”.

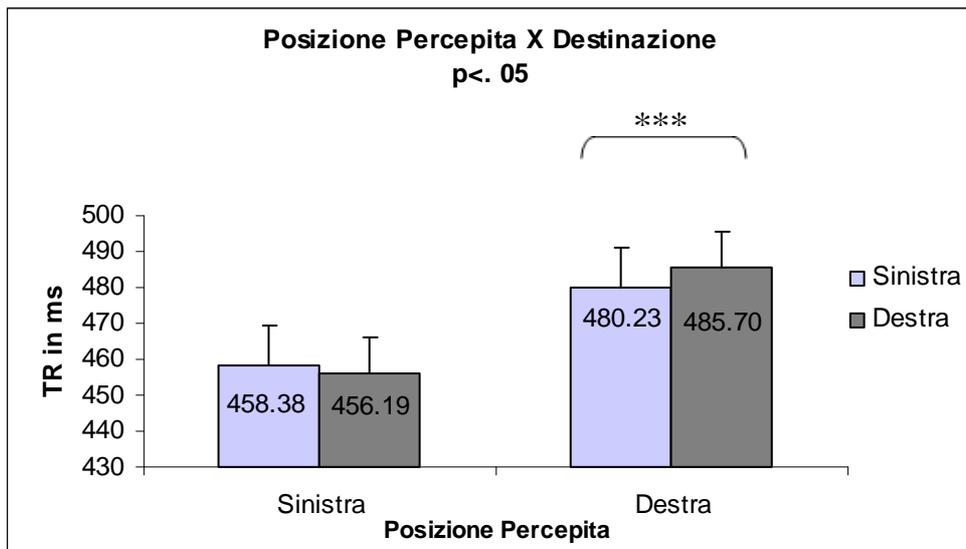
## Analisi dei Risultati

Sono state selezionate le risposte valide utilizzando ancora una volta lo stesso sistema applicato nel primo e nel secondo esperimento. Anche in questo caso è stato rimosso circa il 5% dei dati raccolti. I dati rimasti sono stati analizzati per mezzo dell'ANOVA a tre vie con fattori within: Posizione Percepita, Destinazione e Posizione della Risposta. L'analisi degli errori ha confermato l'assenza di effetto di speed accuracy trade off.

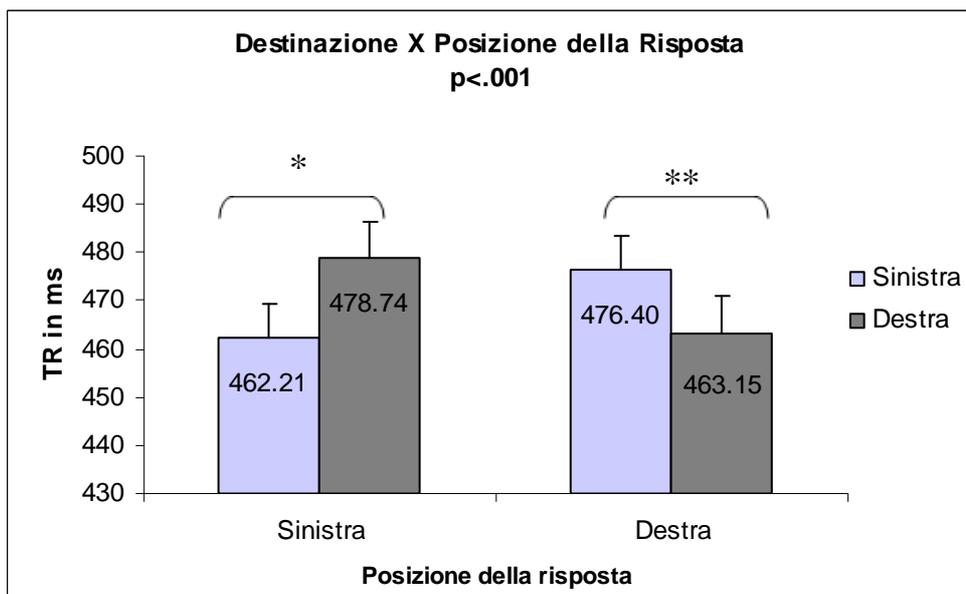
Uno degli effetti principali è risultato significativo: la Posizione Percepita ( $F(1,19)=15.26$ ;  $MSe=1728.55$   $p<.001$ ). La significatività è dovuta al vantaggio (26 ms) degli stimoli che compaiono a sinistra in termini di TR ( $M=457$ ) rispetto a quelli che compaiono a destra ( $M=483$ ). Gli effetti principali Destinazione e Posizione di Risposta invece non sono risultati significativi (rispettivamente  $F(1,19)=1.26$ ;  $MSe=85$   $p>.05$  and  $F(1,19)=0.24$ ;  $MSe=80.72$   $p>.05$ ).



Risultata significativa anche l'interazione tra i due fattori Posizione Percepita e Destinazione ( $F(1,19)=4.71$ ;  $MSe=124.48$   $p<.001$ ). La significatività è dovuta a generale vantaggio degli stimoli visibili nella parte sinistra dello schermo, come dimostra un post hoc realizzato con il metodo Newman-Keuls ( $p<.001$ ) e dalla differenza tra risposte compatibili e incompatibili nella parte destra dello schermo ( $M=480$  ms Vs  $M=486$  ms) (post hoc Newman Keuls  $p<.05$ ).



C'è una seconda interazione che risulta significativa, quella tra la Destinazione e la Posizione di Risposta ( $F(1,19)=14.20$ ;  $MSe=624.93$   $p<.01$ )



I risultati dimostrano come le coppie Destinazione e Posizione di Risposta compatibili siano più veloci di quelle incompatibili sia a sinistra (462 ms VS. 479 ms) che a destra (463 ms Vs 476 ms). Il test post hoc fatto sempre utilizzando il metodo Newman-Keuls dimostra che la significatività dell'interazione è data sua per gli stimoli immaginati a sinistra ( $p<.05$ ), che per quelli immaginati a destra ( $p<.05$ ).

Né l'interazione tra Posizione Percepita e Posizione di Risposta (effetto di compatibilità spaziale SR classico) né la triplice interazione tra i tre fattori risultano

invece significative (rispettivamente  $F(1,19)=2.92$ ;  $MSe=124.48$   $p>.05$  e  $F(1,19)=2.01$ ;  $MSe=503.57$   $p>.05$ ).

## Discussione

Questi risultati sono in linea con quanto trovato da Hommel nel 1993 e suggeriscono di verificare quanto incida la scelta dello specifico contesto della pallavolo e dell'azione di gioco nel far emergere la compatibilità tra Destinazione e Posizione di Risposta a discapito della Compatibilità Spaziale classica.

I partecipanti immaginano la direzione perché suggestionati dal contesto dinamico evocato o perché questi stimoli hanno realmente un significato vettoriale pari a quella delle frecce?

Per spiegare le significatività abbiamo un'ipotesi sulla procedura adottata dai partecipanti. La loro esplorazione dello schermo inizia da sinistra perché il movimento di lettura in Occidente inizia da sinistra (effetto principale significativo Posizione Percepita) e per prima cosa elaborano la posizione della linea per capire la traiettoria. A prescindere dal tasto che utilizzeranno per fornire la risposta immaginare una traiettoria spazialmente compatibile è più semplice che ipotizzarne una incompatibile e questo genera il secondo risultato che, come abbiamo detto prima, può essere letto anche in termini di compatibilità Stimolo-Stimolo.

Questa abilità non è immediatamente utile per i partecipanti al nostro esperimento, mentre è assolutamente indispensabile per i giocatori di pallavolo. Perché allora rispondono bene alla compatibilità Stimolo-Stimolo anche gli studenti universitari? Potrebbe essere un effetto dovuto al contesto?

Nel contesto da noi scelto evidentemente vengono evocati degli schemi di movimento altamente specifici. Bach and Tipper nel 20063 hanno dimostrato che mostrando a degli studenti universitari alcune immagini di atleti famosi in azione si realizzava la stessa rappresentazione attiva nel compiere l'azione. Nel nostro caso invece forse abbiamo dimostrato che la rappresentazione non ha bisogno di molti agganci percettivi per essere aderente all'azione, basta evocare un contesto e dare l'avvio al movimento.

Infatti otteniamo come terzo risultato significativo un effetto di compatibilità sulla Destinazione comparabile con quelli ottenuti da Michaels [1988] e Hommel [1993 a].

Questo risultato conferma l'ipotesi che gli stimoli e il contesto evocano informazioni sulla destinazione del movimento. La mancanza di effetto di compatibilità tra la Posizione di Partenza e la Posizione di Risposta poi rafforza la prospettiva che l'attenzione sia automaticamente orientata dalla Destinazione o dall'intenzione, anche quando lo stimolo non è percepito, ma solo immaginato.

#### **Esperimento 4: Il contesto – Destination Compatibility Effect in un contesto meno ecologico**

##### **La teoria ecologia di Gibson**

A partire dagli anni '70, all'interno dello stesso cognitivismo si è aperta una riflessione critica contrassegnata da un diffuso rifiuto dei "micromodelli" e dall'affacciarsi di sostanziali perplessità nei confronti dell'analogia tra uomo e calcolatore. La teoria ecologica [Gibson 1966;1979] cambia ancora una volta completamente la prospettiva affermando che le informazioni percettive sono già contenute nella stimolazione così come essa si presenta al soggetto e in questo modo si riavvicina alla scuola della Gestalt. Gli stimoli sono dotati di un ordine intrinseco dovuto alle reciproche relazioni fra i vari aspetti degli stimoli stessi, cioè la distribuzione spaziale e temporale. Gibson chiama queste disponibilità, come già detto, affordances. Inoltre afferma che è impossibile studiare i processi percettivi e quelli cognitivi senza tener conto del contesto e del modo in cui vengono implementati. Non si può negare il nesso tra organismo e ambiente se per ambiente si intende ciò che circonda l'organismo. Le informazioni sono già presenti nella stimolazione come si presenta direttamente al soggetto e dal soggetto possono essere direttamente colte senza dover ricorrere a sistemi computazionali, flussi informativi e strutture rappresentazionali.

Con il termine affordance si intende proprio la disponibilità dell'ambiente ad essere percepito. L'informazione veicolata dalle affordances riguarda anche le azioni che noi possiamo effettuare per mezzo o su un determinato oggetto. Una mela per esempio comporta l'affordance "cogliere", se si trova appesa al ramo di un albero, o "mordere" se invece è sulla nostra tavola. Percepire un'affordance non implica però necessariamente accedere al significato. La mela di prima potrebbe essere un soprammobile di cera molto realistico, ma non commestibile. Le applicazioni nel

quotidiano della nozione di affordance sono al contro di una disciplina specifica, detta ergonomia cognitiva, che si occupa della progettazione di oggetti di facile uso.

Per valutare la specifica influenza del contesto scelto sull'emergere dell'effetto di compatibilità sulla destinazione abbiamo provato ad utilizzare un contesto meno dettagliato, più generico, isolando solo l'urto tra i due oggetti. La rappresentazione della traiettoria potrebbe essere infatti legata ad una generica conoscenza sugli effetti degli urti e non tanto alle dinamiche dell'attacco in una partita di pallavolo.

## **Metodo**

### *Partecipanti*

Hanno partecipato a questo quarto esperimento 31 studenti (di cui 18 ragazze) dell'Università di Bologna (età  $M = 22,5$  anni  $Dev.St = 3,02$ ). Tutti i partecipanti hanno dichiarato di possedere acuità visiva normale o corretta al normale e di essere destrimani. Nessuno di loro ha affermato di essere giocatore o allenatore di squadre di pallavolo e non erano a conoscenza dell'obiettivo dell'esperimento. Non sono stati pagati per la loro partecipazione e non hanno ricevuto crediti universitari.

### *Materiali*

Gli stimoli erano gli stessi utilizzati nell'esperimento 3 e le immagini venivano presentate su un laptop Acer System Mobile AMB Athlon™ con sistema operativo Windows Xp 2400 e con schermo a 13 pollici. L'esperimento è stato condotto nel dipartimento di Psicologia e programmato utilizzando EPrime, versione 1.1, Service Pack 3.

### *Procedura e disegno sperimentale*

La procedura era la stessa dell'esperimento precedente e rimane costante anche il numero di stimoli e l'ordine delle sessioni. Cambiano però le istruzioni. I partecipanti in questo caso, infatti, non ricevono alcuna informazione sul significato del rettangolo. Veniva chiesto loro di prestare attenzione alla coppia linea-cerchio e di immaginare il movimento del cerchio dopo che la linea lo aveva urtato e di rispondere premendo il tasto della tastiera nella direzione del movimento impresso

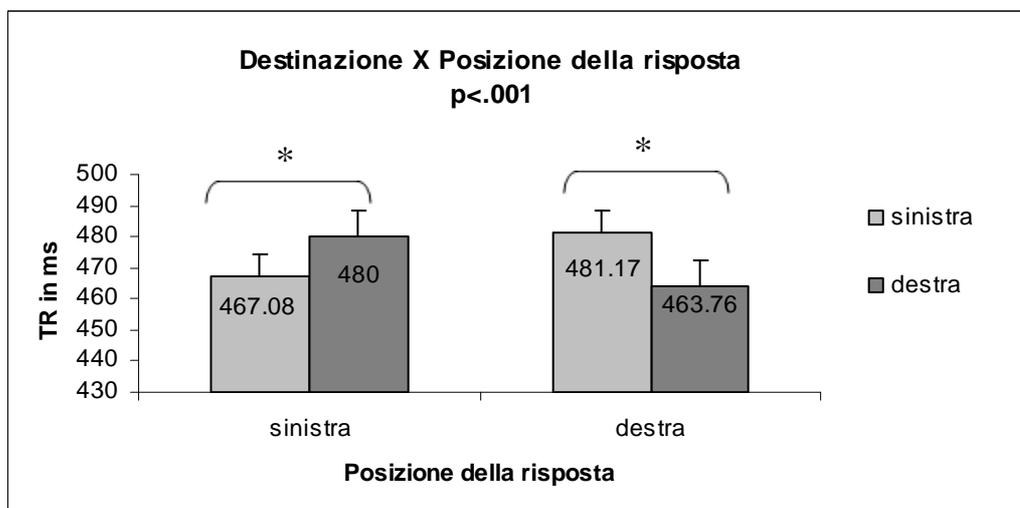
nella prima sessione e il tasto opposto alla direzione impressa nella seconda sessione.

## Analisi dei dati

Anche in questo caso è stato applicato un metodo per il filtraggio dei dati, eliminando così errori e ritardi, oltre che i tempi di reazione superiori alla media del soggetto più due volte la deviazione standard o inferiori alla media del soggetto meno due volte la deviazione standard. Il metodo questa volta ha però portato ad escludere il 17% dei dati raccolti (negli esperimenti precedenti era il 5%). Sono stati eliminati tutti i partecipanti con un numero di errori superiore al 25% e questo ha portato ad escludere i dati di 12 persone. Le medie condizionate per i partecipanti rimanenti sono state analizzate tramite un Anova a misure ripetute con disegno 2x2x2. Sono stati utilizzati gli stessi fattori impiegati nell'esperimento 3: Posizione Percepita (sinistra o destra), Destinazione (sinistra o destra) e Posizione della Risposta (sinistra o destra).

L'analisi degli errori compiuta su tutti i partecipanti ha messo in evidenza come l'effetto di speed accuracy trade off fosse presente solo nei dati dei partecipanti che sono stati eliminati.

Dall'analisi della varianza non sono emersi effetti principali significativi né per la posizione percepita ( $F(1,17)=1.02$ ;  $MSe=39.95$   $p>.05$ ), né per il fattore Destinazione ( $F(1,17)=1.25$ ;  $MSe=120.47$   $p>.05$ ) né tantomeno per la Posizione della Risposta ( $F(1,17)=0.56$ ;  $MSe=104.01$   $p>.05$ ).



Risulta invece significativa l'interazione tra Destinazione e Posizione della Risposta  $F(1,17)=16.30$ ;  $MSe=521.30$   $p<.001$ ) e l'andamento è simile a quello verificato nell'esperimento 3, cioè il risultato è dovuto ad un vantaggio delle coppie Destinazione-Posizione della Risposta compatibili ( $M=467$ ms per la sinistra e  $M=464$ ms per la destra) rispetto a quelle incompatibili ( $M=480$  ms per la sinistra e  $M=481$ ms per la destra). L'analisi post hoc fatta con il metodo Newman Keuls mostrano differenze significative tra risposte compatibili e incompatibili sia a sinistra ( $p<.05$ ) che a destra ( $p<.05$ ).

Le altre interazioni invece non erano significative, né la Posizione Percepita per la Destinazione ( $F(1,17)=2.22$ ;  $MSe=569.48$   $p>.05$ ), né la Posizione Percepita per la Posizione della Risposta ( $F(1,17)=0.35$ ;  $MSe=604.03$   $p>.05$ ), né tantomeno l'interazione a tre vie tra i tre fattori ( $F(1,17)=1.82$ ;  $MSe=107.47$   $p>.05$ ).

## **Discussione**

Come nell'esperimento 3 anche qui non emerge alcun effetto di compatibilità S-R classica e inoltre non emerge quell'effetto di compatibilità S-S (Posizione di Partenza x Destinazione) che era emersa nell'esperimento precedente. Se ai partecipanti viene chiesto di definire dove un movimento finisce sembra dimentichino totalmente da dove è iniziato. L'attenzione è totalmente orientata verso il lato della risposta.

Le differenti istruzioni però hanno portato ad un altro effetto verificabile non nei tempi di reazione ma nell'aumento dei dati eliminati tramite il sistema di filtraggio e nell'esclusione dei dati di 12 partecipanti all'esperimento.

## **Conclusione**

Concludendo quindi possiamo affermare che l'effetto di compatibilità spaziale non è legato alla posizione percepita dello stimolo e non può essere definito come una reazione verso la fonte di stimolazione, come fatto da Simon [1969] nei suoi primi esperimenti. L'effetto dipende piuttosto dalle intenzioni dei partecipanti [Hommel 1993] e quindi dal compito assegnato [Eriksen and Eriksen, 1974; Coles et al., 1988; Gratton et al., 1988]. L'effetto di compatibilità Stimolo Risposta non può

essere nemmeno spiegato in termini di affordances: prima di tutto perché abbiamo utilizzato stimoli di tipo simbolico e il cui significato non era necessariamente condiviso dai partecipanti prima che le istruzioni spiegassero loro come interpretarli e poi perché a parità di stimoli, nell'esperimento 3 e 4, otteniamo risultati diversi modificando il contesto.

Abbiamo inoltre verificato come l'effetto Stimolo Stimolo sia invece legato alla densità di informazioni del contesto, in accordo con quanto predetto da Michaels [1988] in accordo con la teoria di Gibson [1966;1979].

Nel prossimo capitolo è contenuto un tentativo di descrizione di come questi risultati si integrino nel panorama di ricerca contemporaneo e di come abbiano dato origine a nuove linee di ricerca.

- Dovrò considerare pari a me questo scudiero Gurdulù, che non sa se c'è o se non c'è?  
- Imparerà anche lui... neppure noi sapevamo di essere al mondo... anche ad essere s'impara.  
(Italo Calvino)

## CONCLUSIONI

L'effetto di Compatibilità sulla destinazione trovato dalla Michaels nel 1988 venne interpretato dall'autrice come una conferma dell'esistenza di una specie di affordance sul movimento. Studi successivi come quelli di Proctor e collaboratori [1993] hanno ridimensionato la lettura di tipo ecologico data dall'autrice, sottolineando come l'effetto possa essere letto in termini di compatibilità spaziale classica. Hommel [1993] aggiunge a questo un ulteriore elemento, indicando l'intenzione<sup>11</sup> come variabile fondamentale nella generazione degli effetti.

Negli esperimenti contenuti nel capitolo precedente anche noi troviamo un effetto dominante dell'intenzionalità solo quando viene separata dalla posizione percepita dello stimolo. Per intenzione si intende sia la destinazione del movimento [Michaels, 1988] sia la disposizione dei partecipanti ad orientare la propria attenzione sulla risposta, rilevando le caratteristiche dello stimolo rilevanti per rispondere al compito, [Hommel, 1993] o che si intenda la capacità dei partecipanti di intuire le regolarità nelle coppie S-R per facilitare l'esecuzione del compito [Fitts e Deininger, 1954]. Non otteniamo alcun effetto quando al compito è possibile rispondere utilizzando una strategia più economica, come identificare la posizione dello lineetta rispetto al cerchio e rispondere con il pulsante corrispondente o opposto

---

<sup>11</sup> Il filosofo Brentano individuava nell'**intenzionalità** la base dei fenomeni psichici, ovvero la tensione verso l'oggetto, sempre reale, cui si riferiscono i fatti mentali. Le tre classi di fenomeni individuate dal filosofo sono la rappresentazione, il giudizio e il sentimento e si distinguono tra loro per la natura dell'atto intenzionale che li costituisce. Nella rappresentazione, l'oggetto è semplicemente presente, nel giudizio viene affermato o negato, nel sentimento viene amato oppure odiato. Tutti questi atti si riferiscono ad un "oggetto immanente" e sono dunque intenzionali. Ma la loro intenzionalità, ossia il loro riferimento all'oggetto, è diverso per ciascuno di essi. L'oggetto dell'atto intenzionale è immanente in quanto cade nell'ambito dell'atto stesso, cioè nell'ambito della stessa esperienza psichica. In un primo tempo, mentre completava la sua *Psicologia dal punto di vista empirico* (1874), Brentano ritenne dunque che l'oggetto dell'intenzionalità potesse essere indifferentemente reale o irreali. In seguito su questo punto il suo parere mutò. Nella *Classificazione dei fenomeni psichici* (1911), Brentano afferma che l'oggetto dell'intenzionalità è sempre un oggetto reale e che il riferimento ad un oggetto irreali è sempre un riferimento indiretto, ossia fatto per il tramite di un soggetto che affermi o neghi l'oggetto stesso

(esperimento 1) senza tener conto della traiettoria immaginata, e nemmeno quando posizione percepita, destinazione e posizione della risposta sono riassunti in due fattori e non separati (esperimento 2).

I risultati ottenuti dimostrano anche l'importanza del contesto evocato per l'ottenimento di questi risultati. Come scrive Hommel [1993]:

*“ [...] è chiaro come i codici cognitivi dello stimolo non includono solo le caratteristiche percepibili dello stimolo, ma anche quelle delle risposte. [...] sono tutte parti della rappresentazione dello stimolo. Se lo stimolo appare a sinistra, ci può essere un conflitto tra il suo significato “destra” per esempio e il codice spaziale della posizione percepita.” [trad. mia p.278]*

Nel contesto dell'esperimento 3 noi otteniamo un'interazione significativa tra due caratteristiche dello stimolo: la posizione di partenza e la destinazione. Quando queste due caratteristiche sono compatibili otteniamo risposte più rapide rispetto a quando sono incompatibili. Ma questo avviene solo quando il contesto evocato è quello della partita di pallavolo. L'interazione non risulta significativa nell'esperimento 4, quando ai partecipanti l'azione viene descritta come “due oggetti si urtano”. Perché il contesto della pallavolo aumenta la prestazione attenta sullo stimolo percepito?

I praticanti agonistici di qualsiasi disciplina sportiva raggiungono necessariamente un alto livello di **expertise** (allenamento), che li induce a cercare il maggior numero di informazioni utili possibili per intuire la direzione del movimento. Gli studi che hanno indagato la relazione tra expertise e attenzione purtroppo non sono molti, ma alcuni hanno esplorato l'effetto dell'attenzione discontinua in una prestazione di compito primario.

Negli atleti principianti per esempio è necessario aumentare l'attenzione per poter compiere correttamente un gesto tecnico. Per i giocatori esperti aumentare l'attenzione in un compito già automatizzato potrebbe essere controproducente [Beilock, Berenthal, McCoy e Carr, 2004; Beilock, Carr, MacMahon e Starkes 2002; Rowe e McKenna, 2001]. Nonostante gli autori di questi lavori si siano soffermati

principalmente alla valutazione degli effetti della distrazione nella performance, tutti concordano che negli atleti professionisti l'orientamento volontario dell'attenzione è meno importante che negli atleti principianti. L'attenzione non è infatti necessaria per riprodurre un movimento già sperimentato molte volte in allenamento.

Questo principio non è valido in tutti gli sport. Uno studio condotto da Williams e collaboratori nel 1994 [Williams, Davids, Burwitz e Williams, 1994] ha verificato come i giocatori di calcio esperti siano in grado di fissare l'attenzione su più punti del campo di gioco. Gli atleti esperti in questo esperimento riescono semplicemente ad acquisire le informazioni necessarie in un minor tempo e questo gli permette di spostare l'attenzione su altri punti del campo per avere informazioni aggiuntive. I risultati dimostrano infatti che non è diversa per quantità o accuratezza la raccolta di informazione tra esperti e principianti, ma l'esperienza permette solo una prestazione più rapida.

Per quanto riguarda lo specifico gruppo dei pallavolisti esperti è stato dimostrato che:

- Sono più abili a focalizzarsi sulle zone del campo rilevanti e a ignorare quelle irrilevanti [Pesce-Anzeneder e Bösel, 1988; Nougier, Ripoll e Stein, 1989; Nougier, Stein e Bonnell, 1991]
- Sono più abili a convogliare le loro risorse attenzionali a seconda della richiesta di un compito ovvero sono più efficaci nell'orientare l'attenzione sui punti salienti per rispondere al compito [Nougier e Rossi, 1999]

Un altro esempio di esperimenti condotti con giocatori di pallavolo sono quelli sulla sidedness da alcuni giovani ricercatori italiani esperti o appassionati di pallavolo. L'**effetto Sidedness** [Ottoboni, Tessari, Cubelli e Umiltà, 2005] descrive cosa avviene quando delle mani vengono presentate un tempo estremamente breve e fanno parte dello stimolo pur non essendo la caratteristica rilevante dello studio, ovvero quella alla quale i partecipanti devono rispondere. La sola visione di fotografie delle mani suscita un effetto di tipo spaziale in chi le osserva. Ad esempio, una mano sinistra di palmo con le dita rivolte verso l'alto viene codificata da chi l'osserva come appartenente ad un corpo che ne diventa il riferimento spaziale. In base ad esso infatti la mano viene codificata come giacente alla sua destra, nel nostro caso, o alla sinistra, nel caso di una mano destra di palmo. In questo modo, la codifica che

usualmente si fa della mani (**handness**), ovvero l'etichetta destra o sinistra basata sulle coordinate corporee e spaziali di chi possiede la mano, si perde. La mano in questione viene codificata in base alle coordinate spaziali dell'osservatore, basate sul riferimento di appartenenza che lega la mano al corpo di riferimento. Questa è stata chiamata appunto **relazione di sidedness** [Ottoboni e coll., 2005], riferendosi alla codifica che fa l'osservatore della mano non in base alla sua comune etichetta, ma in base alla posizione relativa tra la mano e il corpo di riferimento.<sup>12</sup>

Da studi precedenti sembra che i giocatori di pallavolo codifichino la mano a seconda della sua etichetta normale, e non siano passivi dell'effetto di sidedness. Sembra inoltre che sempre i pallavolisti riescano anche ad elaborare anche informazioni supplementari derivanti dalla postura a seconda della quale la mano è presentata. In una serie di esperimenti [Tessari, Ottoboni e Bazzarin, 2007] in cui le mani vengono ruotate leggermente in modo tale che l'osservatore abbia l'impressione di stiano per compiere un'azione è stato riscontrato come l'informazione sulla posizione della mano rispetto al corpo (sidedness) e quella verso la quale l'azione potrebbe dirigersi dovrebbero generare informazioni spaziali contrastanti.

In questi esperimenti, i pallavolisti, ma non i "non atleti", sono in grado di elaborare entrambe le informazioni nel solo caso della mani di palmo. Se così presentate, essi, è ipotizzabile che si immaginino quella mano mentre compie un'azione d'attacco da parte di un avversario. Poiché gli stimoli sono stati orientati di 45° rispetto alla canonica posizione della mano aperta di palmo o di dorso il codice cognitivo spaziale generato dalla direzione della palla risulta opposto a quella della mano. Lo stesso esperimento con i "non atleti" dà un risultato diverso: con questo tipo di stimoli (la mani ruotate) i partecipanti mostrano un chiaro e continuo effetto di codifica a seconda della relazione di sidedness.

La diversità dei risultati ottenuta tra pallavolisti e non atleti potrebbe essere data dal lungo apprendimento che i primi hanno in palestra, ed in particolare dalla

---

<sup>12</sup> Ritornando all'esempio della mano sinistra di palmo, essa viene codificata come "a destra" di un corpo che guarda l'osservatore, mentre se la mano è presentata di dorso, viene codificata come "a sinistra" di un corpo che dà le spalle all'osservatore. In tal senso, l'etichetta universale di lateralità destra-sinistra va a cadere, ed almeno in una fase precoce, e senza che l'osservatore vi metta diretta attenzione, la mano viene codificata a seconda di codici spaziali relativistici.

focalizzazione attentiva che viene sollecitata dallo sport della pallavolo. Non a caso la lettura precoce della posizione di attacco e' fondamentale per l'anticipare la direzione della palla. I non atleti, non avendo subito questo tipo di apprendimento, sembrano essere più pronti a codificare le mani a seconda di relazioni spaziali intersoggettive, proprio come avviene per le mani che non sembrano fare nessuna azione. E' ipotizzabile che siano più preoccupati a capire dove si trova il corpo a cui quella mano e' attaccata o da cui deriva.

Negli esperimenti presentati nel capitolo precedente però non è possibile commentare i risultati in termini di expertise, poiché i partecipanti erano tutti non giocatori. Eppure otteniamo un effetto legato al contesto specifico. In questo senso si rende necessario continuare nella ricerca per capire cosa determini la differenza tra l'evocare la situazione specifica di una partita di pallavolo e il semplice urto tra due oggetti.

### **Possibili sviluppi del lavoro di ricerca**

Per verificare se oltre al contesto incide anche l'expertise nel far emergere compiti di compatibilità spaziale in futuro riproporremo gli esperimenti del capitolo precedente ad un gruppo di giocatori di pallavolo esperti, come è stato fatto per quelli sulla sidedness.

Un altro effetto emerso che si potrebbe approfondire è quello dell'intenzionalità. La proposta è quella di verificare se dando istruzioni di tipo diverso cambia la prestazione dei partecipanti. Le istruzioni potrebbero essere modificando proiettando un gruppo di partecipanti nell'esperimento con il ruolo di "colui che attacca" la palla e un gruppo con il ruolo di "colui che riceve" e creare così un ulteriore punto di contatto con l'esperimento condotto sulla sidedness.

## BIBLIOGRAFIA

Allport D.A. (1989) *Visual Attention*, in M.I. Posner (ed.), *Foundations of cognitive science*, Cambridge (MA), MIT Press.

Anolli L. e Legrenzi P. (2001) *Psicologia generale*, Bologna, Il Mulino.

Ansorge, U. (2003a). Influences of response-activating stimuli and passage of time on the Simon effect. *Psychological Research/Psychologische Forschung*, 67, 174-183.

Ansorge, U. (2003b). Spatial Simon effects and compatibility effects induced by observed gaze direction. *Visual Cognition*, 10, 363-383.

Anzola, G.P., Bertoloni, G., Buchtel, H.A. and Rizzolatti, G. (1977) Spatial compatibility and anatomical factors in simple and choice reaction time, *Neuropsychologia*, 15, 295-382.

Arbib, M.A. (1987) A View of Brain Theory, in F.E. Yates (a cura di), *Self-Organizing Systems*, New York, Plenum Press.

Bach, P., Tipper, S. P. (2006). Bend it like Beckham: Embodying the motor skills of famous athletes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 59, (12) 2033-2039.

Benjafeld, J.G. (1992) *Cognition*, Prentice Hall, Englewood Cliffs (NJ), trad. it. *Psicologia dei processi cognitivi*, Bologna, Il Mulino, 1995.

Bach P. and Tipper S.P. (2006). Bend it like Beckham: Embodying the motor skills of famous athletes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(12), 2033–2039.

- Balota, D. A., & Spieler, D. H. (1999). Word frequency, repetition, and lexicality effects in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 32–55.
- Beilock, S.L. Berenthal, B.I. McCoy A.M. e Carr, T.H. (2004) Haste does not always make waste: expertise, direction of attention, and speed versus accuracy in performing sensorimotor skills, *Psychonomic Bulletin & Review* 11, pp. 373–379.
- Beilock, S.L., Carr, T.H., MacMahon C e Starkes J.L. (2002),, When paying attention becomes counterproductive: impact of divided versus skill-focused attention of novice and experienced performance of sensorimotor skills, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8 pp. 6–16.
- Berlucchi, G., Crea, F., De Stefano, M., e Tassinari, G. (1977) Influence of spatial stimulus-response compatibility on reaction time of ipsilateral and controlateral hand to lateralized light stimuli, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 505-517.
- Berthoz A. (1997) *Le sense du mouvement*, Paris, Odile Jacob
- Bhulmann, I., Umiltà, C., & Wascher, E. (2007). Response Coding and Visuomotor Transformation in the Simon Task: The Role of Action Goals. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 1269-1282.
- Blackman A.R. (1975) Test of additive factors method of choice reaction time analysis, *Perceptual and Motor Skills*, 41, 607-613.
- Bonato, M. Priftis, K., Marenzi, R. & Zorzi, M. (2008). Normal and impaired reflexive orienting of attention following central non-predictive cues. *Neuropsychologia*, 46(2), 426-433

- Buxbaum L.J., Schwartz M. F. e Carew T.G. (1997) The Role of Semantic Memory in Object Use Source, *Cognitive Neuropsychology*, 14, 2, 219-254
- Castiello, U. e Umiltà, C. (1992) Orienting of attention in volleyball players, *International Journal of Sport Psychology*, 23, pp. 301-310.
- Cattel, J. (1886) The time taken up by cerebral operations, *Mind*, 11.
- Cheesman J. e Merikle P.M. (1986) Distinguishing conscious from unconscious perceptual processing, *Canadian Journal of Psychology*, 40, 343-367.
- Coles, M.G.H., Gratton, G., Donchin, E., 1988. Detecting early communication: using measures of movement-related potentials to illuminate human information processing, *Biological Psychology*, 26, 69–89.
- Craighero L, Fadiga L, Rizzolatti G, Umilta C (1999) Action for perception: a motor-visual attentional effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25,1673–1692
- Creem S.H. e Proffitt, D.R. (1998) Two memories for geographical slant: Separation and interdependence of action and awareness, *Psychonomic Bulletin & Review*, 5 (1), 22-36
- Creem S.H. e Proffitt, D.R. (2001) Grasping objects by their handles: a necessary interaction between perception and action, *Journal of Experimental Psychology*, 91, 451-471.
- De Jong, R., Liang, C-C., & Lauber, E. (1994). Conditional and unconditional automaticity: A dual-process model of effects of spatial stimulus-response correspondence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 731-750.

- Dixon, N.F. (1971) *Subliminal perception: The nature of a controversy*, Londra, McGraw-Hill.
- Donders F.C. (1968, 1969) *On the speed of mental processes*. In W.G. Koster (Ed) *Acta Psychologica*, 30, *Attention and Performance II*, 412-431. Amsterdam: North Holland
- Driver J., Davis G., Ricciardelli P., Kidd P., Maxwell E. and Baron-Cohen S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting, *Visual cognition*, 6(5), 509–540.
- Duncan J. (1977) Response selection rules in spatial choice-reaction tasks, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29, 415-423
- Ellis R. e Tucker M. (2000) Micro-affordance: the potentiation of components of action by seen objects, *British Journal of Psychology*, 91, 451-471.
- Eriksen, B.A., Eriksen, C.W. (1974) Effects of noise letters upon the identification of target letter in a non-search task, *Perception and Psychophysics* 16, 143–149
- Ferraina, S., Johnson, P. B., Garasto, M. R., Battaglia-Mayer, A., Ercolani, L., Bianchi, L., Lacquaniti, F., and Caminiti, R. (1997). Combination of hand and gaze signals during reaching: Activity in parietal area 7m of the monkey. *Journal of Neurophysiology*, 77: 1034–1038.
- Fitts P.M. e Seeger C.M. (1953) S-R compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes, *Journal of Experimental Psychology*, 46, 199-210
- Fitts P.M. E Deininger R.L. (1954) S-R compatibility: Correspondence among paired elements within stimulus and response codes, *Journal of Experimental Psychology*, 48, 483-492.

- Frischen, A., Bayliss, A.P. e Tipper, S.P. (2007). Gaze cueing of attention: Visual attention, social cognition, and individual differences. *Psychological Bulletin*, 133 (4), 694-724.
- Fujii, N., Mushiake, H., e Tanji, J. (2000) Rostrocaudal distinction of the dorsal premotor area based on oculomotor involvement, *Journal of Neurophysiology*,. 83: 1764–1769.
- Gibson, J.J., (1950) *The Perception of the Visual World*, Riverside Press, Cambridge.
- Gibson, J.J., (1966) *The Senses Considered a Perceptual Systems*, Boston, Mass., Houghton Mifflin.
- Gibson, J.J. (1979) *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston, Mass., Houghton Mifflin; trad. it. *Un approccio ecologico alla percezione visiva*, Bologna, Il Mulino, 1999.
- Gibson, B.S., e Kingstone, A. (2006). Visual Attention and the Semantics of Space: Beyond Central and Peripheral Cues. *Psychological Science*, 17, 622-627.
- Gratton, G., Coles, M.G.H., Sirevaag, E.J., Eriksen e C.W., Donchin, E. (1988) Pre and post stimulus activation of response channels: a psychophysiological analysis, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 331–344.
- Gratton, G., Coles, M.G. e Donchin, E. (1992) Optimizing the use of information: strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 480–506.
- Guiard, Y. (1983). The lateral coding of rotations: A study of the Simon effect with wheel-rotation responses. *Journal of Motor Behavior*, 15, 331- 342.

- Hasbroucq, T., e Guiard, Y. (1991). Stimulus-response compatibility and the Simon effect: Toward a conceptual clarification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 246-266.
- Hedge, A. & Marsh, N.W.A. (1975). The effect of irrelevant spatial correspondences on two-choice response-time. *Acta psychologica*, 39, 427-439.
- von Hofsten, C. (1990) *A Perception-Action Perspective on the Development of Manual Movements*, in M. Jeannerod (a cura di), *Attention and Performance XIII, Motor Representation and Control*, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum Associates.
- Hommel, B. (1993a). The role of attention for the Simon effect. *Psychological Research*, 55, 208- 221.
- Hommel, B. (1993b). Inverting the Simon effect by intention. Determinants of direction and extent of effects of irrelevant spatial information, *Psychological Research*, 55, 270-279.
- Hommel, B. (1993c). The relationship between stimulus processing and response selection in the Simon task: Evidence for temporal overlap. *Psychological Research*, 55, 280-290.
- Hommel, B. (1996). S-R compatibility effects without response uncertainty. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 49A, 546-571.
- Hommel, B., Pratt, J., Colzato, L., & Godijn, R. (2001). Symbolic control of visual attention. *Psychological Science*, 12, 360-365.
- Hommel, B. e Prinz, W. (1997) *Theoretical issues in stimulus-response compatibility*, Amsterdam, North-Holland

- Jeannerod, M. (1994) *Object oriented action. Insights into the reach grasp movement*, in K. M. B. Bennet e U. Castiello (Eds.), *Insights into the reach to grasp movement*, Amsterdam, Elsevier.
- Kelso, J.A.S., Del Colle, J.D. e Schoner, G. (1990) *Action-Perception as a Pattern Formation Process*, in M. Jeannerod (a cura di), *Attention and Performance XIII, Motor Representation and Control*, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum Associates.
- Kornblum, S., & Zhang, H. (1991). The time course of the automatic response activation process in stimulus–response compatibility. Paper presented at ‘‘*Analytic Approaches to Human Cognition*,’’ Brussels, Belgium.
- Kornblum, S., (1992) *Dimensional overlap and dimensional relevance in stimulus–response and stimulus–stimulus compatibility*. In: Stelmach, G.E., Requin, J. (Eds.), *Tutorials in Motor Behavior*, vol. 2. Elsevier, Amsterdam, pp. 743–777.
- Kornblum, S., (1994) The way irrelevant dimensions are processed depends on what they overlap with: the case of Stroop and Simon-like stimuli, *Psychological Research* 56, 130–135.
- Kornblum, S., Hasbroucq, T., & Osman, A. (1990). Dimensional overlap: Cognitive basis for stimulus-response compatibility-A model and taxonomy. *Psychological Review*, 97, 253-270.
- Kornblum, S., Lee, J.W., (1995) Stimulus–response compatibility with relevant and irrelevant stimulus dimensions that do and do not overlap with the response, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 21, 855–875.
- Kourtzi, Z. & Kanwisher, N. (2000). Activation in Human MT/MST by Static Images with Implied Motion, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 48-55.

- Ladavas E., Paladini R., e Cubelli R. (1993) Implicit associative priming in a patient with left visual neglect, *Neuropsychologia*, 31, 1307-1320.
- Lazarus R.S. e McCleary R. (1951) Automatic discrimination without awareness: A study of subception, *Psychological Review*, 58, 113-122.
- Lee, D.N. e Young, D.S. (1986) Gearing Action to the Environment, in *Experimental Brain Research Series*, 15, pp. 217-230.
- Lu, C.-H., & Proctor, R.W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon and spatial Stroop effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2, 174-207.
- Lu, C.-H., & Proctor, R. W. (2001). Influence of irrelevant information on human performance: Effects of S-R associations strength and relative timing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A, 95-136.
- Marzi, C.A., Bisiacchi, P. e Nicoletti, R. (1991) Is interhemispheric transfer of visuomotor information asymmetric? Evidence from a meta-analysis, *Neuropsychologia*, 29, 749-758.
- Masaki, H., Takasawa, N., & Yamazaki, K. (2000). An electrophysiological study of the locus of the interference effect in a stimulus-response compatibility paradigm. *Psychophysiology*, 37, 464-472.
- Matelli, M. e Luppino G. (2001) Parietofrontal Circuits for Action and Space Perception in the Macaque Monkey, *NeuroImage* 14, S27–S32
- Mewhort, D.J., Braun, J. G., Heathcote, A. (1992). Response time distributions and the Stroop task: A test of the Cohen, Dunbar, and McClelland (1990) model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 872-882.

- Michaels, C. F. (1988). S-R compatibility between response position and destination of apparent motion: Evidence of the detection of affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 231 - 240.
- Michaels, C. F. (1993). Destination Compatibility, Affordances, and Coding Rules. A Reply to Proctor, Van Zandt, Lu, and Weeks. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19 (5), 1121-1127.
- Milner, A.D. e Goodale, M.A. (1995) *The Visual Brain in Action*, Oxford, University Press.
- Monsell S., Yeung N. e Azuma R. (2000). Reconfiguration of task-set: it is easier to switch to the wicker task?, *Psychological Research*, 63, 250-264.
- Nicoletti R. (1992) *Il controllo motorio. Processi cognitivi nell'organizzazione del movimento*, Bologna, Il Mulino.
- Nicoletti, R, Anzola, G.P., Luppino, G., Rizzolatti, G. e Umiltà, C. (1982) Spatial compatibility effects on the same side of the body midline, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 664-673.
- Nicoletti, R e Umiltà, C. (1984) Right-left prevalence in spatial compatibility, *Perception and Psychophysics*, 35, 333-343.
- Nicoletti R. e Umiltà, C. (1989). Splitting visual space with attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 164-169.
- Nicoletti R. e Umiltà, C. (1994) Attention shifts produce spatial stimulus code, *Psychological Research*, 56, 144-150.
- Nicoletti R. e Umiltà, C. (1998) *Compatibilità spaziale ed effetto Simon: cosa lega lo stimolo alla risposta?*, in Battacchi, M.W., Bosinelli, M., Ricci-Bitti, P.E. e Trombini,

- G (a cura di), *Le ragioni della psicologia. Saggi in onore di Renzo Canestrari*, Milano, Franco Angeli.
- Nicoletti, R., Umiltà, C. e Ladavas, E. (1984) Compatibility due to the coding of the relative position of the effectors, *Acta Psychologica*, 57, 133-143
- Nougier, V., Ripoll H. e Stein, J.F. (1989) Orienting of attention with highly skilled athletes, *International Journal of Sport Psychology*, 20, pp. 205–223
- Nougier V. e Rossi, B. (1999), The development of expertise in the orienting of attention, *International Journal of Sport Psychology*, 30, pp. 246–260
- Nougier, V., Stein J.F e Bonnell, A.M. (1991), Information processing in sport and “orienting of attention”, *International Journal of Sport Psychology*, 22 pp. 307–327.
- Ottoboni, G. Tessari, A. Cubelli, R. e Umiltà, C. (2005) Is Handedness Recognition Automatic?: A Study Using a Simon-Like Paradigm, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31 (4) 778-789
- Passingham, R. Klaas E., Stephan E. & R. Kötte (2002) The anatomical basis of functional localization in the cortex, *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 606-616
- di Pellegrino, G. e Wise, S. P. (1991). A neurophysiological comparison of three distinct regions of the primate frontal lobe. *Brain* 114: 951–978
- di Pellegrino, G. (2004) *Spazio e azione*, in M. Zorzi e V. Girotto (a cura di), *Fondamenti di psicologia generale*, Bologna, Il Mulino.
- Pellicano, A., Lugli, L., Baroni, G. & Nicoletti, R. (in press). The Simon Effect with Conventional Signals: A Time-Course Analysis, *Experimental psychology*
- Pesce-Anzeneder C. e Bösel, R. (1998), Modulation of the spatial extent of the attentional focus in high-level volleyball players, *European Journal of Cognitive Psychology*, 10 pp. 247–267.

- Phillips J.C. e Ward R. (2002) S–R correspondence effects of irrelevant visual affordance: Time course and specificity of response activation, *Visual Cognition*, 9 (4/5), 540–558
- Posner, M. I. (1980) The Orientation of Attention, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M.I., Nissen, M.J. e Ogden, W.C. (1978) *Attended and Unattended Processing Modes: the Role of the Set for Spatial location*, in H.L. Pick e I.J. Saltzman (a cura di), *Modes of Perceiving and Processing Information*, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum Associates.
- Proctor, R.W., Marble, J. G., & Vu, K.-P. L. (2000). Mixing incompatibly mapped location-relevant trials with location-irrelevant trials: Effects of stimulus mode on the reverse Simon effect. *Psychological Research*, 64, 11-24.
- Proctor R.W., Van Zandt T., Lu C.H., Weeks D.J. (1993). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19(1), 81-91.
- Proctor R.W. e Vu K.-P. L. (2006) *Stimulus-Response Compatibility Principles: Data, Theory and Application*, Boca Raton (FL), Taylor & Francis group.
- Proctor, R. W. e Wang, H. (1997). *Differentiating types of setlevel compatibility*. In B. Hommel e W. Prinz (Eds.), *Theoretical issues in stimulus-response compatibility*. Amsterdam. North-Holland.
- Ramachandran, V.S. e Anstis, S.M. (1986) The perception of apparent motion, *Scientific American*, 102-109.
- Ratcliff, R. (1979). Group reaction time distributions and an analysis of distribution statistics. *Psychological Bulletin*, 86, 446-461.

- Ricciardelli, P., Bonfiglioli, C., Iani, C., Rubichi, S., & Nicoletti, R. (2007). Spatial coding and central patterns: Is there something special about the eyes? *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *61*, 79-90.
- Riggio, L., Gawryszewski, L. D., & Umiltà, C. (1986). What is crossed in crossed-hand effects? *Acta Psychologica*, *62*, 89–100.
- Ristic, J. e Kingstone, A. (2006). Attention to arrows: Pointing to a new direction. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*, 1921-1930.
- Roswarski, T.E. e Proctor, R.W. (1996). Multiple Spatial codes and temporal overlap in choice reaction tasks. *Psychological Research*, *59*, 196-211.
- Roswarski, T. E. e Proctor, R. W. (2003). Intrahemispherical activation, visuomotor transmission, and the Simon effect: Comment on Wascher et al. (2001). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *29*, 152–158.
- Rowe R.M. e McKenna, F.P. (2001), Skilled anticipation in real-world tasks: measurement of attentional demands in the domain of tennis, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *7*, pp. 60–67.
- Rubichi, S. e Pellicano A. (2004). Does the Simon effect affect movement execution? *European Journal of Cognitive Psychology*, *16*, 825-840.
- Rumiati R.I. e Humphreys, G.W. (1998) Recognition by action: dissociating visual and semantic routes to action in normal observer, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *24*, 631-647.
- Sanders, A.F. (1970) Some variables affecting the relation between relative signal frequency and choice reaction time, *Acta Psychologica*, *33*, 45-55.
- Shiffrar, M., & Freyd, J.J., (1993). Timing and apparent motion path choice with human body photographs, *Psychological Science*, *4(6)*, 379-384.

- Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 174 - 176.
- Simon, J.R. (1990). The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. In R.W. Proctor & T.G. Reeve (Eds.), *Stimulus–response compatibility: An integrated perspective*. Amsterdam: North-Holland.
- Simon, J.R., Mewaldt S.P., Acosta, E. & Hu, J.M. (1976). Processing auditory information: Interaction of two population stereotypes. *Journal of applied psychology*, 61, 354-358.
- Simon, J.R., & Rudell, A.P. (1967). Auditory S–R compatibility: The effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of Applied Psychology*, 51, 300–304.
- Sirigu, A., Duhamel, J.R. e Poncet, M. (1991) The role of sensorimotor experience in object recognition. A case of multimodal agnosia, *Brain*, 114, 2555-2573.
- Stahl, C. (2006). Software for Generating Psychological Experiments. *Experimental Psychology*, 53, 218-232.
- Stegagno , L. (1986) *Psicofisiologia*, Torino, Bollati Boringheri, 1986, vol. 1
- Sternberg, S. (1969) The discovery of processing stages: Extensions of Donder's method, *Acta Psychologica*, 30, 276-315.
- Stroop, J.R. (1935) Studies of interference in serial verbal reaction, *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Tessari, A., Ottoboni, G., Bazzarin, V. (2007) Is sidedness influenced by action directionality? In: S. Vosniadou, D. Kayser & A. Protopapas (Eds.). *Proceedings of the European Cognitive Science Conference 2007*, 545-549. London, UK: Taylor and Francis.

- Tucker, M. e Ellis R. (1998) *On the relation between seen objects and components of potential actions*, *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 24, 3, 830-846.
- Tucker, M. e Ellis R. (2001) The potentiation of grasp types during visual objects categorization, *Visual cognition*, 8, 769-800.
- Thelen, E. (1986) *Development of Coordinated Movement: Implication for Early Human Development*, in M.G. Wade e H.T.A. Whiting (a cura di), *Motor Development in Children: Aspects of Coordination and Control*, Boston (MA), Martinus Nijhoff Publishers.
- Umiltà, C. & Nicoletti, R. (1985). Attention and coding effects in S-R compatibility due to irrelevant spatial cues, in M.I. Posner & O.S.M. Martin (Eds.), *Attention and performance XI* (pp. 457 -471). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Umiltà, C., & Nicoletti, R. (1990). Spatial stimulus-response compatibility. In R. W. Proctor & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective*. Amsterdam:North-Holland.
- Ungerleider, L.G. e Mishkin, M. (1982) *Two Cortical Visual Systems*, in Ingle D.I., Goodale M.A e Mamsfield R.J.W. (a cura di), *Analysis of Visual Behaviour*, Cambridge, Mass., MIT Press, 549-586
- Vaadia, E., Benson, D. A., Hienz, R. D., and Goldstein, M. H. (1986) Unit study of monkey frontal cortex: Active localization of auditory and visual stimuli. *Journal of Neurophysiology*, 56: 934–952.
- Wascher, E., Reinhard, M., Wauschkuhn, B., Verleger, R. (1999). Spatial S-R compatibility with centrally presented stimuli: An event-related asymmetry study on dimensional overlap. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 214-229.

- Wascher, E., Schatz, U., Kuder, T., & Verleger, R. (2001). Validity and boundary conditions of automatic response activation in the Simon task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 731-751.
- Warren, W.H. (1988) *Action Models and Laws of Control for the Visual Guidance of Action*, in O.G. Meijer e K. Roth (a cura di), *Complex Movement Behaviour: The Motor Action Controversy*, Amsterdam, North Holland.
- Wertheimer, M. (1912) Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung, *Zeitschrift für Psychologie*, 61, pp. 161-265.
- Wertheimer, M. (1923) Untersuchungen zuhr Lehre der Gestalt II, *Psychologische Forschung*, 4, pp.301-350; trad. it. in Anolli (a cura di) *Psicologia generale. Fonti commentate su: emozione, percezione, pensiero e memoria*, Bologna, Il Cisalpino, 1996, pp. 139-163.
- Wiegand, K., & Wascher, E. (2005). Dynamic Aspects of Stimulus-Response Correspondence: Evidence for Two Mechanisms Involved in the Simon Effect. *Journal-of-Experimental-Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 453-464.
- Wiegand, K., & Wascher, E. (2007). Response coding in the Simon task. *Psychological Research*, 71, 401-410.
- Williams, A.M., Davids, K. Burwitz L e Williams, J.G. (1994) Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, pp. 127–135.
- Wilson, F. A., Scalaide, S. P., and Goldman Rakic, P. S. (1993) Dissociation of object and spatial processing domains in primate prefrontal cortex. *Science*, 260, 1955–1958.

Zorzi, M., Mapelli, D., Rusconi, E., & Umiltà, C. (2003). Automatic spatial coding of perceived gaze direction is revealed by the Simon effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 423-429.

