

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata



Tesi di Dottorato in Filosofia

TEMPO, SOGGETTIVITÀ, ESPERIENZA.

PER UN'ERMENEUTICA TRASCENDENTALE E FENOMENOLOGICA
DEL RAPPORTO APORETICO TRA ESPERIENZA SOGGETTIVA E
ANALISI NEUROSCIENTIFICA DELLA PERCEZIONE E DELL'AZIONE

*(Time, Subjectivity, Experience. A Transcendental and Phenomenological Interpretation of the
Problematic Relationship between Subjective Experience and Neuroscientific Analysis of Action and
Perception)*

Relatore: Prof. Luca Illetterati

Dottoranda: Selene Mezzalana

Matricola: 1061761

Anno Accademico 2015-2016

Quando lo vidi, crollai come morto ai suoi piedi, ma egli pose la sua destra su di me e disse: «Non temere. Io sono il primo, e l'ultimo, e il vivente; fui morto, ma ecco: io sono vivo per i Tempi dei Tempi, e possiedo le chiavi della morte e degl'inferi. Scrivi dunque le cose che hai visto, cioè quello che ora è e quello che deve avvenire in seguito [...]».

Ap 2, 17-19

Un ringraziamento particolare

A Robin, madre mia più che sempre.
A Joanne, Iris, Lori, Judy, Deb, Jessica, & Katie, perché l'amore guarisce.
A Xeni, per i passi di lacrime e libertà.
Agli abitanti di *Indigo*, per la nostra fratellanza universale.

A Federica, la mia Maestra, per rendermi Musica la vita.
Al Prof. Illetterati, per non smettere di credere me.
Alla Prof.ssa Menegoni, per il dono che lei è.
Agli Amici del seminario neuroscientifico, per il pensante ricercare.
A Cristina e Annalisa, per l'affetto sotterraneo.

A mia madre, scettica sopra ogni dubbio.
A mio padre, per le risonanze mai espresse.
Al mio gemello – per ciò che è solo nostro.

A Francesco, per i silenzi di presenze.
A Giacomo, per la fede intoccabile.
A Valentina, testimone della forza di rialzarci.
A E. – il perché lo sa.
Alle vite che incrocerò, perché sarò amata.

Un Grazie profondissimo a Franco, per introdurmi al sacro *senso* di ogni cosa.
E a me stessa, per sacrificare l'esistenza al *senso*.

Indice

INTRODUZIONE E PIANO DEL LAVORO (p. 18)

- 1. Durata, successione e simultaneità nella percezione sensoriale: “distorsioni” percettive o modi soggettivi di informare l’esperienza?**
- 2. Premessa anatomica. La struttura della recettività sensoriale**
- 3. Premessa metodologica. I metodi dell’indagine sperimentale e l’importanza dei resoconti soggettivi**
- 4. Digressione sul concetto scientifico di “stima” o “giudizio” temporale**
- 5. Modelli di percezione temporale**
- 6. Premessa neurofisiologica. Il sistema visivo: l’occhio, il cervello e la ricostruzione dell’immagine**
- 7. Le “distorsioni” temporali non sono percezioni “arbitrarie” né illusioni dei sensi**
- 8. Sul nostro approccio tra riduzione eidetica e ricerca delle condizioni di possibilità dei “dati” scientifici**
- 9. Piano del lavoro**

CAPITOLO I. Distorsioni temporali e continuità dell’esperienza percettiva (p. 50)

1. Distorsioni temporali e (ir)rappresentabilità del tempo

2. L'influenza di fattori empirici sulla percezione della durata di stimoli visivi

- 2.1. Durata percepita in relazione alla visibilità del target visivo
- 2.2. Durata percepita in relazione alla frequenza temporale del target visivo
- 2.3. Durata percepita in relazione all'accelerazione del target visivo
- 2.4. Costanza della percezione temporale al variare della distanza dall'osservatore
- 2.5. Durata percepita per una successione di stimoli identici
- 2.6. Stima della durata in relazione alla modalità sensoriale dei marcatori temporali
- 2.7. Ancora sulla "spazialità" della percezione temporale
- 2.8. "Località" e "selettività" della percezione della durata
- 2.9. Effetto *tau*, effetto *kappa*, effetto *Frölich*

3. Distorsioni dello spazio nel corso delle saccadi

- 3.1. Soppressione saccadica dello spazio visivo al tempo di insorgenza delle saccadi
- 3.2. Compressione dello spazio e dislocazione di percetti visivi presentati intorno al tempo di insorgenza delle saccadi
- 3.3. "Integrazione" e "separazione" degli stimoli al tempo di insorgenza delle saccadi

4. Rimappaggio predittivo e anticipazione corticale delle coordinate spaziali del target saccadico

- 4.1. Rimappaggio dei campi recettivi intorno al tempo di insorgenza delle saccadi
- 4.2. L'anticipazione della localizzazione di stimoli trascorsi e presenti solo come tracce mnestiche visive
- 4.3. Gli studi odierni sul rimappaggio predittivo dei campi recettivi visivi rispetto ai movimenti oculari. Attenzione e visione

5. Analisi predittiva e postdittiva nella costituzione della continuità e della stabilità percettiva

- 5.1. Analisi postdittiva e integrazione multisensoriale
- 5.2. Ricalibramento retroattivo degli eventi percettivi. L'anticipazione

predittiva delle conseguenze sensoriali dei movimenti oculari

6. Gli studi di B. Libet sulla temporalità dell'esperienza percettiva: l'ipotesi della "retrodatazione"

7. Temporalità e costituzione dell'esperienza. Ristabilimento della continuità visiva a fronte dei momenti di cecità dovuti alla soppressione saccadica

7.1. Le saccadi modificano non solo lo spazio, ma anche il tempo percepito

7.2. Compressione del tempo percepito per stimoli perisaccadici

8. Cronostasi ed estensione temporale del percetto saccadico all'indietro del tempo

8.1. Analisi sperimentale degli effetti della cronostasi

8.2. La cronostasi nella modalità uditiva

8.3. Distorsione di spazio e tempo per stimoli presentati a metà strada tra fissazione iniziale e target saccadico

8.4. La metrica comune fra tempo, spazio e quantità numerica nell'elaborazione della grandezza dei percetti visivi

9. Conclusioni

9.1. Distorsioni: livello percettivo o categoriale? Concettualismo vs non-concettualismo

9.2. Tempo e intersoggettività

CAPITOLO II. Tempo e libertà. Per un'ermeneutica kantiana della libertà pratica in sede neuroscientifica (p. 115)

1. Tempo e libertà nell'analisi concettuale e come problema (neuro)scientifico. Origine e sviluppo degli studi sulla temporalità dell'azione volontaria

2. Gli studi di Libet sulla temporizzazione degli atti volitivi coscienti. Retrodatazione e veto cosciente

3. Conferme, ampliamenti e critiche ai risultati di Libet

3.1. Il “quando”, il “che cosa” e la componente del “se” negli atti volontari coscienti

3.2. Tempo e prevedibilità dell’azione

3.3. L’influenza delle conseguenze dell’azione sulla percezione dell’intenzione. L’ipotesi della “postdatazione”

3.4. L’illusione della volontà cosciente: la volontà come “sensazione di fare”

3.5. L’intersezione tra tempo soggettivo della decisione e tempi sperimentali nella coscienza dell’intenzione di agire

3.6. La distribuzione spazio-temporalmente estesa dei processi decisionali

3.7. Breve riflessione sui concetti di “forma” e “materia”: la forma come “modo di organizzazione”

4. Il fattore arazionale nei processi volitivi e l’importanza della fase istruttoria

4.1. Il “borbottare” del cervello come correlato del “principium executionis” dell’azione

4.2. Tempo e libertà negli atti motori semplici

5. Considerazioni finali sui presupposti sperimentali libetiani

5.1. Tempo soggettivo e riferimenti intersoggettivi

5.2. Libertà positiva e libertà negativa in Kant e nel dibattito neuroscientifico

5.3. Tempo e libertà. I limiti della nozione libetiana di arbitrio

5.4. Conclusioni. L’arbitrio come “schema pratico”

CAPITOLO III. Distorsioni temporali e costituzione dell’esperienza pratica (p. 172)

1. Premessa: intenzione, azione e consapevolezza dell’azione

2. L’indagine empirica contemporanea intorno agli atti volontari coscienti

2.1. Circuiti cerebrali soggiacenti agli atti volontari

- 2.2. Difficoltà dell'indagine empirica sugli atti volontari
- 2.3. Decisioni sull'azione e decisioni percettive
- 2.4. “Decisioni sul se” primarie, decisioni sul “che cosa” e decisioni sul “quando”
- 2.5. Processi cognitivi che sottendono l'esperienza degli atti volontari coscienti

3. La cronostasi nell'azione volontaria e il binding intenzionale

- 3.1. Azione volontaria e consapevolezza dell'azione
- 3.2. Perché avvengono gli spostamenti percettivi? A cosa è dovuto il “binding” temporale?
- 3.3. Attenzione e percezione temporale
- 3.4. L'ipotesi della modulazione dinamica dell'orologio interno
- 3.5. Sulla relazione tra controllo motorio ed effetti sensoriali dell'azione

4. Modelli predittivi e modelli inferenziali dell'azione nel binding temporale

- 4.1. Coerenza, binding e “sentimento di paternità” dell'azione
- 4.2. Anticipazione o inferenza? Modelli predittivi e modelli retrospettivi dell'azione
- 4.3. Ancora sul “solletico”
- 4.4. Sulla differenza tra cronostasi saccadica e binding intenzionale

5. Causalità e binding intenzionale. Contiguità e circostanzialità

- 5.1. Il binding e il fattore “contiguità” nella relazione tra un atto motorio e le sue conseguenze sensoriali
- 5.2. Il binding e l'influenza delle circostanze nella relazione tra l'atto e le sue conseguenze sensoriali
- 5.3. Apprendimento e...sorpresa!
- 5.4. Modulazione inconscia dell'esperienza cosciente del controllo volontario

6. Effetti *top-down* e *binding* intenzionale

- 6.1. L'influenza delle “credenze causali” nel binding e i processi *top-down* nell'inibizione dell'azione volontaria
- 6.2. Come può l'azione volontaria modulare la percezione del tempo?

7. Conclusioni

- 7.1. Considerazioni finali ed orientamenti futuri
- 7.2. Soggettività come intenzionalità
- 7.3. Binding e intenzionalità. Tempo e senso
- 7.4. Il corpo proprio e l'orientamento al mondo
- 7.5. L'unità di motilità e percezione
- 7.6. Il tempo come "Selbstaffektion"

CAPITOLO IV. Il binding problem o il "problema del collegamento" (p. 236)

1. Il binding problem o il "problema del collegamento"

- 1.1. I tre tipi di binding e i tre livelli della percezione sensoriale
- 1.2. La funzione della categoria di "quantità" nelle "illusory conjunctions"

2. Tempo e recettività

3. Tempo e sintesi

- 3.1. La rete cerebrale: sincronizzazione e integrazione su larga scala
- 3.2. Insiemi neurali e propagazione dei segnali sensoriali
- 3.3. Sincronia di fase come meccanismo d'integrazione
- 3.4. Al di là della sincronia

4. Tempo e unificazione

- 4.1. Sincronizzazione temporale e binding
- 4.2. Configurazioni temporali nell'attività continua del cervello e potere predittivo della sincronia
- 4.3. Il ruolo della sincronizzazione neurale nella spiegazione del "binding problem" e l'azione modulatoria dei meccanismi attentivi nella selezione delle risposte salienti
- 4.4. Funzioni e limiti della sincronizzazione neurale. Sincronia e azione

5. Concetto e anticipazione dell'esperienza

- 5.1. La funzione del concetto nell'anticipazione del percetto
- 5.2. Riflessioni filosofiche sul ruolo della temporalità nella recettività, nella sintesi e nell'unificazione dei percetti

5.3. La rappresentazione dell'oggetto integrato come risultato della sintesi dell'appercezione

6. Il binding e l'unità dell'appercezione in Kant

6.1. Soggetto e unità

6.2. Dall'unificazione oggettuale all'unificazione di un oggetto “nel tempo”

6.3. Per un approccio “kantiano” al problema neuroscientifico dell'unificazione degli oggetti nel tempo: la “sintesi” kantiana nell'unificazione “sincronica” degli oggetti

6.4. L'asincronicità delle coscienze multiple e le “micro-coscienze”

6.5. I livelli gerarchici delle coscienze e la “coscienza unificata” di matrice kantiana

6.6. Osservazioni conclusive sulla revisione kantiana del significato della sincronizzazione temporale

CAPITOLO V. Binding, neurodinamica quantistica e schematismo trascendentale (p. 299)

1. Nuove prospettive sull'unità kantiana della coscienza in riferimento al “binding problem”: per un approccio “neurofilosofico”

1.1. Relatività e *binding*

1.2. Il paradosso del tempo nel problema del binding problem e la “de-temporalizzazione” della coscienza

2. L'unità della coscienza nel modello quantistico del cervello

2.1. Struttura e funzione

2.2. Binding e neurodinamica quantistica

2.3. Considerazioni sulla neurodinamica quantistica in relazione al binding

2.4. Sulla sintesi come coordinazione “sincronica” del molteplice

2.5. La spontaneità come “a priori” del soggetto “in atto” e dell'attività intrinseca e autogenerata del cervello

2.6. Dal “che” al “come”: la funzione della forma come principio determinante

2.7. La soggettività come fondamento a-temporale dell'esperienza

3. Lo schematismo e i limiti della sincronizzazione nella “determinazione trascendentale del tempo”

3.1. Schematismo e costituzione dell'esperienza

3.2. Determinazione trascendentale “di” tempo. Genitivo soggettivo o oggettivo?

3.3. Durata, successione e simultaneità come schematizzazioni della categoria della relazione in Kant

3.3. Considerazioni finali

CONCLUSIONI (p. 332)

1. Le distorsioni temporali e il loro ruolo nel ristabilimento della continuità percettiva

1.1. Retrodatazione e coscienza percettiva

2. Tempo e libertà nell'azione volontaria

2.1. Il ritardo della consapevolezza nell'azione volontaria

2.2. Per un'ermeneutica kantiana della libertà pratica in sede neuroscientifica.

2.3. Volontarietà e attrazione temporale nell'azione volontaria

2.4. Il “se”, il “quando” e il “che cosa” dell'azione volontaria

2.5. Cervello e intenzionalità

2.6. Azione e senso

2.7. Mondo e soggettività

3. Il fattore temporale nell'integrazione sensoriale dell'esperienza

3.1. Il binding e la “triplice sintesi”

3.2. Dal che al come della “triplice sintesi”

3.3. Attività intrinseca e a priorità del cervello

4. Binding e “Synthesis”. Tra Kant e la neurodinamica quantistica

- 4.1. Il binding e la sintesi kantiana dell'appercezione
- 4.2. Predittività e apriorità dell'unità trascendentale della coscienza
- 4.3. La forma come principio determinante
- 4.4. Atemporalità e spontaneità
- 4.5. Durata, successione e simultaneità come determinazioni logiche e come risultato della schematizzazione della categoria di relazione

5. Riflessioni sul confronto tra tempo “oggettivo” e tempo dell'esperienza

- 5.1. La pretesa normativa del tempo oggettivo e il possibile rivolgimento della prospettiva scientifica
- 5.2. Il “presente” della percezione e la duplice apertura temporale del percolato
- 5.3. Essere “per” la coscienza: la coscienza temporale
- 5.4. Spontaneità e temporizzazione
- 5.5. Inconscio e temporalità

6. Conclusioni finali

- 6.1. Tempo, soggetto, esperienza
- 6.2. Per un'ermeneutica trascendentale e fenomenologica delle aporie tra esperienza soggettiva e analisi neuroscientifica della percezione e dell'azione

APPENDICE. Apriorità ontologica o precedenza temporale? I neuroni specchio e l'agire umano (p. 410)

1. Azione e intersoggettività

- 1.1. Anatomia e categorizzazione dei corrispettivi neurali dei movimenti intenzionali
- 1.2. Interno ed esterno

2. Mappe spaziali e anticipazione dell'afferramento oggettuale

- 2.1. Afferrare un oggetto: il concetto di “affordance” e la prossimità come “contatto anticipato”
- 2.2. Il “vocabolario” degli atti motori

2.3. Localizzazione della percezione e costituzione dello spazio. Esiste una mappa spaziale unica?

3. Matematizzazione, idealità e intuizione. Il carattere prospettico e “body-centered” dello spazio (e del tempo) percepito

3.1. L’esperienza pregressa e l’attuazione di nuovi atti motori

3.2. Rispecchiamento e intenzionalità

3.3. L’originarietà dell’essere-nel-mondo

3.4. La teoria della simulazione

3.5. Priorità filogenetica e priorità ontogenetica

3.6. Ecoprassia

4. Dalla comprensione come conoscenza sintetica all’apprendimento come sinteticità dell’esperienza

BIBLIOGRAFIA (p. 449)

INTRODUZIONE E PIANO DEL LAVORO

1. Durata, successione e simultaneità nella percezione sensoriale: “distorsioni” percettive o modi soggettivi di informare l’esperienza?

Nel saggio del 2008, dal titolo paradigmatico *Human time perception and its illusion*, il neuroscienziato americano David Eagleman¹ esordisce delineando una classificazione delle “distorsioni” temporali basata sul tipo di discrepanze che, in sede sperimentale, emergono dal confronto tra i resoconti soggettivi e la misurazione oggettiva degli stimoli sensoriali. Il coglimento percettivo delle proprietà temporali di oggetti ed eventi mostra, infatti, di essere sempre “fuori fase” rispetto ai risultati del calcolo operato grazie a strumenti di misurazione ad alta precisione cronometrica. La discordanza che i resoconti soggettivi esibiscono rispetto alla misurazione sperimentale degli stimoli sensoriali ha condotto una vasta schiera di interpreti dei risultati neuroscientifici ad abbracciare l’idea secondo cui il mondo, relativamente alla percezione sensoriale, sarebbe un’illusione generata dal nostro apparato cognitivo.

L’idea che la rappresentazione del mondo, cui perveniamo a partire dall’elaborazione degli *input* sensoriali, sia qualcosa di distorto o di illusorio, in particolar modo se confrontata con il modello scientifico della realtà, si è fatta strada in modo preponderante nell’ambito delle

¹ Cfr. Eagleman (2008).

scienze della mente sviluppatasi negli ultimi decenni. Relativamente alla facoltà soggettiva di generare una rappresentazione del mondo attraverso l'apprensione e l'elaborazione dell'informazione ambientale, non vi è forse alcun altro aspetto che, più del fattore *temporale*, mostri tanto palesemente la discrasia tra ciò che pertiene all'esperienza "in prima persona" e ciò che emerge invece dall'interpretazione scientifica ("in terza persona") dei risultati di laboratorio.

Non è infrequente imbattersi in resoconti neuroscientifici dove, confrontando da un lato la misura sperimentale dei processi sensoriali a partire dai quali avviene l'elaborazione percettiva del mondo e, dall'altro, questi stessi processi dal punto di vista dell'esperienza soggettiva, l'interpretazione va generalmente a concludersi a favore della sola veridicità della prima.

La svalutazione dell'esperienza soggettiva, d'altronde, vanta ragioni che si impongono in maniera determinante in un campo di indagini in cui l'*hic et nunc* e la singolarità in generale (di cui il vissuto soggettivo è forse il rappresentante esemplare) non sembrano fattori sufficientemente rilevanti ai fini del rinvenimento di una costanza di dati che renda possibile la determinazione predittiva di categorie generali di eventi. Una parte cospicua dei risultati sperimentali condotti oggi intorno alla percezione sensoriale, con particolare riguardo ai modi temporali in cui questa si costituisce, sembrano in effetti legittimare una lettura dell'esperienza soggettiva come di qualcosa di "distorto" o, peggio, di "illusorio" rispetto alla "realtà" e alla "oggettività" dei "fatti" sperimentali.

Seguendo la categorizzazione proposta da Eagleman, le "distorsioni" del tempo percepito possono riguardare, rispettivamente, la *durata* di un intervallo, l'*ordine* percepito per una successione di percetti e, infine, la *percezione simultanea* di diverse proprietà di uno stesso percetto o di diversi percetti sensoriali, i quali vengono presentati di frequente in modalità visiva, uditiva o tattile. Tale classificazione riflette da vicino i tipi di giudizi temporali che, generalmente, gli sperimentatori invitano i soggetti a formulare nel corso dei *test* di laboratorio.

L'illusorietà non riguarderebbe tanto le modalità di elaborazione sensoriale dei percetti nel tempo, quanto piuttosto il "prodotto finito", ossia la rappresentazione cosciente del mondo quale si dà alla coscienza, in particolar modo quando l'attività di questo si estrinseca nei giudizi riferiti a seguito degli esperimenti. In altre parole, si ritiene che

l'illusorietà connessa alle "distorsioni" non sorga tanto nel coglimento sensoriale dei percetti, ma che essa si riferisca piuttosto al *modo* in cui il mondo viene organizzato coscientemente, e cioè al livello discorsivo del giudizio sul reale piuttosto che al livello soggettivo della percezione sensoriale.

2. Premessa anatomica. La struttura della recettività sensoriale

Negli ultimi anni, l'importanza e l'unicità del fattore *temporale*, nella costituzione di una rappresentazione del mondo coerente e dotata di senso, ha contribuito ad ampliare in modo non irrilevante le ricerche neuroscientifiche intorno alle modalità percettive umane. La possibilità di un tale ampliamento riposa forse nel riconoscimento implicito che uno studio circoscritto agli aspetti spaziali dell'esperienza non possa che fornire un quadro descrittivo parziale della facoltà percettiva e cognitiva in generale.

Come è noto, spazio e tempo sono stati considerati per millenni i fondamenti strutturali di ciò che viene percepito attraverso i sensi. Consentendoci di muoverci efficacemente nello spazio, e di elaborare in tempi rapidi l'informazione ambientale, i sensi (in particolare vista, tatto, e udito) rappresentano infatti il primo e più immediato punto di connessione tra individuo e ambiente.

Nello studio dei sistemi sensoriali, una fortuna particolare è quella che ha avuto la modalità sensoriale più antica e più "semplice", nel senso che, rispetto alla vista e all'udito, coinvolge un minor numero di stadi preliminari di elaborazione: "nella maggior parte degli animali [l'olfatto] è il senso dominante e nei vertebrati fornisce il prototipo della percezione attraverso gli altri sensi. Dal punto di vista anatomico è il più vicino al sistema limbico e ha l'accesso più diretto alle parti del cervello coinvolte nell'espressione delle emozioni"². La peculiarità del sistema olfattivo consiste proprio nel fatto che i recettori olfattivi hanno accesso immediato alla corteccia e non necessitano di alcuna mediazione da parte di livelli di elaborazione intermedi.

Nonostante la peculiarità dell'olfatto, le popolazioni corticali delle vie olfattive condividono la medesima dinamica caotica delle popolazioni neurali relative agli altri sistemi sensoriali: "tutti i sistemi

² Freeman (2000), p. 84.

sensoriali centrali usano essenzialmente la stessa dinamica e lo stesso tipo di [modalità di] segnalazione. Tale conformità è necessaria a un certo livello affinché i messaggi corticali si possano combinare nel sistema limbico, dando luogo alle percezioni multisensoriali”³. Tutti i sistemi sensoriali, pur così differenti e distanti per via della loro distribuzione spazio-temporale, al livello percettivo sono tuttavia sottesi dagli stessi meccanismi, i quali si combinano nel cervello dando luogo a percezioni multisensoriali⁴.

La visione è solo un esempio di struttura che manifesta la medesima organizzazione funzionale a tutti i livelli dell’elaborazione dei percetti nello spazio e nel tempo. Come si sa, il cervello è costituito principalmente da neuroni organizzati in “popolazioni”. Da un punto di vista anatomico, i recettori sensoriali, non molto dissimili dai neuroni cerebrali, consistono in un corpo cellulare, da cui si dipartono i filamenti diretti verso l’interno (ingresso) e verso l’esterno (uscita).

L’estremità in ingresso è una membrana specializzata, la quale funziona proprio come un dendrite di un normale neurone, ossia come una fibra minore che si ramifica nella superficie recettrice trasportando i segnali verso il “soma”, il corpo cellulare del neurone. L’estremità in uscita è invece un assone, ossia un conduttore di impulsi dal soma verso l’esterno che, nel caso dei recettori sensoriali, si estende fino al cervello o al midollo spinale. L’unica differenza tra i neuroni e le altre cellule di un organismo è la presenza, nei primi, di questi due tipi di filamenti. In particolare, ciò che distingue un recettore sensoriale da un comune neurone è la membrana, che può essere costituita da diverse strutture chimiche, ognuna delle quali ha particolari affinità solo con certe forme chimiche o energetiche trasportate dagli *input* sensoriali.

La fitta ramificazione degli assoni è funzionale alla trasmissione del maggior numero di segnali tra i neuroni, e ciò in virtù di impulsi elettrici inviati al dendrite attraverso le sinapsi. Quando un neurone invia, attraverso la sinapsi, un impulso elettrico al dendrite di un altro neurone, questo non reagisce producendo un proprio impulso, bensì

³ Ivi, p. 110.

⁴ L’olfatto è stato a lungo il senso privilegiato negli studi di Walter Freeman sulla “sensibilità”, dal momento che, oltre ad essere in comunicazione diretta con le aree corticali specifiche, le proprietà manifestate da tale modalità sensoriale possono essere facilmente estese alle altre modalità: cfr. Freeman (2000).

generando un'onda di corrente elettrica che attraversa il corpo della cellula. Quando un impulso raggiunge una sinapsi, viene liberato un neurotrasmettitore chimico che provoca la circolazione della corrente dendritica. Il potenziale sinaptico è prodotto dalle correnti che un neurone genera in risposta ad uno stimolo elettrico. La differenza di potenziale si genera quando, dopo aver attraversato l'assone, il flusso di corrente prende una direzione contraria.

Mentre i dendriti producono onde, gli assoni generano impulsi. I luoghi di trasformazione degli impulsi in onde ad opera dei dendriti sono le sinapsi, mentre nelle zone d'innescamento avviene la trasformazione inversa delle onde in impulsi. Il processo di "conversione onda-impulso" consiste dunque nella trasformazione dell'onda dendritica in un treno di impulsi assonici: il neurone converte continuamente gli impulsi in onde, e riconverte le onde in treni di impulsi, che sono inviati a tutte le ramificazioni dell'assone. I segnali in ingresso vengono integrati dai dendriti, mentre gli assoni trasmettono i segnali in uscita sotto forma di treni di impulsi. Lungi dall'essere uno stato di quiete inerte, la condizione del neurone "a riposo" è paragonabile ad un pianoforte o ad un violino in tensione, nell'attesa del musicista che li suonerà.

L'interazione reciproca tra due neuroni avviene dunque attraverso impulsi elettrici che, attraverso le sinapsi, il neurone *presinaptico* invia al dendrite del neurone che lo riceve, e che è detto perciò *postsinaptico*. Inoltre, se l'effetto della trasmissione sinaptica ha l'effetto di aumentare la probabilità di emettere uno *spike* (la risposta neuronale determinata dalla variazione del potenziale di membrana), il neurone presinaptico è detto *eccitatorio*. Quando, al contrario, l'effetto sul neurone postsinaptico è la diminuzione della probabilità di sparo, il primo viene detto *inibitorio*⁵.

La spontaneità è una caratteristica essenziale non solo di ogni singolo neurone, ma di intere popolazioni, le quali sono in grado di generare attività "intrinsecamente", auto-organizzandosi e modellando l'informazione in un processo completamente interno al cervello. Ciò che caratterizza il neurone attivo è la frequenza di *spikes*: al variare dell'intensità della corrente in ingresso, infatti, mentre la forma e l'ampiezza del segnale emesso rimangono le stesse, ciò che varia è

⁵ Nella corteccia, i neuroni eccitatori sono l'80%, mentre quelli inibitori solo il 20%.

proprio il numero di segnali nell'intervallo di tempo considerato, ossia il tasso di emissione degli *spikes*.

Un'altra caratteristica fondamentale dei recettori è la loro selettività: “uno stimolo sensoriale attiva soltanto una piccola parte del numero complessivo dei recettori di ciascun aggregato in ogni momento dell'esposizione allo stimolo. Tale parte forma una configurazione spaziale nell'aggregato, che gli assoni trasmettono in parallelo al cervello, in cui viene introdotta come un'altra configurazione spaziale”⁶, creando dunque una “corrispondenza topografica” dalle aree recettive poste sulle superfici recettive e le aree sensoriali interne al cervello. Tuttavia, non vi è alcun legame necessario o stabile tra le configurazioni spazio-temporali degli stimoli sui recettori e i caratteri qualitativi delle percezioni che vi corrispondono.

Come abbiamo accennato, tra gli eventi che possono accadere nella vita di un neurone, uno dei più significativi è la variazione improvvisa del suo potenziale elettrico, detto “potenziale d'azione” o *spike*. Tale variazione può avvenire non solo, come è facilmente intuibile, in risposta ad uno stimolo elettrico, ma anche in modo *spontaneo*, cioè in assenza di stimoli esterni. Come è possibile tale spontaneità nel cervello?

“Nella corteccia, il rapporto tra i neuroni eccitatori e i neuroni inibitori è quasi di dieci a uno, quindi la maggior parte delle sinapsi mette in contatto neuroni eccitatori. Tale retroazione positiva è la causa della ‘spontanea’ attività di fondo, poiché l'eccitazione reciproca delle cellule è continua”⁷. A loro volta, le oscillazioni sono possibili in virtù dell'attività di fondo generata dalla reciproca eccitazione dei neuroni.

In definitiva, il modo primario in cui l'ambiente si relaziona all'organismo non è altro che una certa quantità di energia, la quale viene raccolta e trasformata in un processo detto “trasduzione”. Poiché il percorso della corrente attraversa la cellula dalla zona d'innescò all'inizio dell'assone fino all'esterno della sinapsi, si tratta di un processo circolarmente conchiuso su se stesso, in cui “la formazione di legami chimici e l'assorbimento di energia attivano una batteria di membrana, liberando una corrente di anello che fluisce all'interno della cellula”⁸, attraversandola da parte a parte. I potenziali d'azione generati dalla

⁶ Freeman (2000), pp. 83-84.

⁷ Freeman (2000), p. 69.

⁸ Ivi, p. 83.

corrente si propagano poi alle terminazioni dei rami dell'assone, in un cammino la cui unica legge stabile consiste nel fatto che l'intensità della corrente e la frequenza dell'impulso sono proporzionali all'intensità dello stimolo in ingresso, e dove la grandezza (metrica, energetica, e così via) di uno stimolo determina anche le caratteristiche del treno di impulsi assonici trasmessi da un neurone.

Nonostante l'infinità irraggiungibile dei processi che il cervello può portare a compimento in un intervallo di tempo più o meno esteso, l'attività neurale di ciascuna cellula si caratterizza d'altro canto per la sua "finitezza", dal momento che l'ampiezza d'onda di ciascun neurone non può aumentare (o diminuire) al di sopra (o al di sotto) di una certa soglia.

Il carattere attivo dell'"attesa" degli impulsi da parte dei neuroni è incrementata dal fatto che le oscillazioni non vengono solo prodotte dai neuroni, ma li influenzano a loro volta, in un moto di reciproca interconnessione, in cui il prodotto è circolarmente responsabile dei mutamenti nella sua stessa causa. Il segnale elettrico del neurone, cioè il potenziale d'azione, ha una caratteristica particolare: a differenza di un normale segnale, che, propagandosi in un mezzo, subisce una diminuzione d'intensità, esso viaggia invece lungo l'assone senza subire attenuazioni, come una fiamma che si propaghi su una miccia senza fine.

Come è possibile che i recettori si coordinino, raccogliendo gli elementi che finiranno per essere i contenuti di una rappresentazione sensata e coerente? Come è possibile che il mondo diventi oggetto per la conoscenza sensoriale? In una parola, come è possibile la percezione? Se non vi fosse la *possibilità* per qualcosa di entrare a far parte del "mondo" di un organismo e, per quest'ultimo, di accogliere qualcosa come un brandello di exteriorità, un fenomeno come la percezione e, ancor prima, come la sensazione, non potrebbe mai avere luogo.

L'affermazione potrebbe sembrare tautologica, eppure vi è qualcosa, nei termini in questione, che li rende portatori di un significato che non sembrano possedere nel loro isolamento, perché tale significato sembra emergere proprio nel punto di contatto tra l'uno e l'altro, e cioè nell'evento sensoriale-percettivo in quanto tale. Ciò vale anche per i fenomeni di tipo temporale, che l'analisi sperimentale ha mostrato nella loro peculiarità e singolarità pervenendo spesso a

conclusioni problematiche e, perciò, tanto più interessanti per l'indagine filosofica.

3. Premessa metodologica. I metodi dell'indagine sperimentale e l'importanza dei resoconti soggettivi

Il campo cognitivo privilegiato negli studi sulla percezione temporale è, in generale, l'elaborazione neurale dei percetti sensoriali: in particolare, la percezione visiva si presta meglio di altre allo studio sperimentale dei giudizi di durata, successione e simultaneità. La costituzione peculiare dei nostri apparati sensoriali è, d'altra parte, una delle ragioni che, nell'ambito della speculazione scientifico-filosofica, rendono conto della trascuratezza dell'analisi intorno al fattore temporale, soprattutto rispetto al più fiorente interesse verso gli aspetti tangibili della percezione, legati più propriamente alla spazialità.

Ciò che salta primariamente agli occhi, a chi si accinga a descrivere il tempo o, peggio, ad interrogarne la natura intrinseca, è infatti un aspetto inaggirabilmente elusivo, proprio di ciò che risulta per natura inosservabile, inudibile e inafferrabile. La celeberrima affermazione di Sant'Agostino: “[c]he cos'è allora il tempo? Lo so finché nessuno me lo chiede; non lo so più, se volessi spiegarlo a chi me lo chiede”⁹ caratterizza nel modo migliore la nostra situazione problematica nei confronti della natura del tempo.

Abbiamo accennato che un vasto numero di neuroscienziati definiscono il rapporto della percezione all'oggettività come “distorto”. Come sorgono le nozioni di “illusione” e di “distorsione” temporale? Al livello metodologico, la risposta va trovata nell'atto attraverso cui i soggetti degli esperimenti tematizzano il vissuto per poterlo riferire agli sperimentatori. Tale atto consiste in una “riflessione”, la quale, in un senso che non si discosta poi molto dall'accezione husserliana del termine, potrebbe essere definita come l'insieme “[de]gli atti attraverso cui diventa afferrabile e analizzabile con evidenza la corrente dei vissuti

⁹ Agostino (1992), p. 377.

con tutti i suoi svariati accadimenti”¹⁰.

La riflessione, attraverso cui i soggetti degli esperimenti pervengono a verbalizzare il vissuto temporale, è infatti il frutto di una modificazione essenziale dell’atteggiamento di fronte all’oggettività, che dalla datità degli stimoli presentati in laboratorio si trasferisce alla trasposizione dell’esperienza percettiva in proposizioni universalizzabili e dunque condivisibili sul piano dell’intersoggettività.

Durata, successione e simultaneità sono le variabili normalmente in gioco nell’esplorazione sperimentale dei modi soggettivi di costituzione dell’esperienza temporale. In altre parole, sembra che, in sede sperimentale, queste tre forme, in cui gli eventi sono ordinati dal punto di vista temporale, esauriscano tutte le possibili modalità di percezione temporale trasponibili in giudizi di tempo. Un primo passo verso la comprensione filosofica dei risultati neuroscientifici sul tempo soggettivamente costituito sarà dunque quello di comprendere la natura dei giudizi temporali, formulati a partire dalla percezione degli stimoli sensoriali presentati dagli sperimentatori ai partecipanti dell’esperimento. Un presupposto fondamentale è, ad esempio, che i giudizi di durata, successione e simultaneità aderiscano in modo fedele alle percezioni da cui prendono avvio.

Nel *setting* sperimentale di gran parte degli odierni studi neuroscientifici intorno alle dinamiche percettive si fa largo uso di informazioni raccolte a partire dai giudizi soggettivi relativi ad oggetti ed eventi presentati nello spazio-tempo della percezione. Accanto alla richiesta di stimare l’entità della distanza temporale che separa due eventi (o, al limite, la loro simultaneità quando essa è nulla), ai soggetti viene di volta in volta richiesto di determinare la durata di uno o più percetti e, infine, l’ordine di una successione di *input*.

Un compito assai diffuso consiste nella stima della durata di intervalli “vuoti”, in cui cioè non si verifica alcun evento che possa modificare la consapevolezza dell’osservatore. Come vedremo, gli elementi sensoriali “contenuti” nell’intervallo, come la presenza o la comparsa di oggetti, la variazione della loro disposizione o della loro velocità, e così via, influenza in modo sostanziale la percezione della durata. Di qui il tentativo, da parte di diversi sperimentatori, di “svuotare” gli intervalli di qualunque contenuto sensoriale che possa

¹⁰ Husserl (1965), p. 187.

distogliere l'osservatore dal compito di quantificare la durata "pura e semplice".

I *time markers*, ossia gli stimolo che "marcano" l'inizio e la fine di un intervallo, possono essere di natura visiva (*flash* luminosi), uditiva (suoni o rumori di intensità, timbro ed altezza variabili) o tattile (scosse elettriche applicate sul palmo della mano). A sua volta, la stima della durata può avvenire in diversi modi: talvolta si è richiesti di valutare *verbalmente* la durata di un intervallo presentato in precedenza, talaltra di *comparare* la durata di intervalli diversi, presentati separatamente l'uno dopo l'altro¹¹. Altre volte ancora si tratta di *produrre* un intervallo di tempo della durata stabilita dallo sperimentatore, o di *riprodurre* un intervallo dato, marcandone l'inizio e la fine sulla base della durata internamente calcolata in totale assenza di stimoli esterni.

Tale gamma di modalità per la stima esplicita del tempo trova il suo fondamento nella capacità soggettiva di possedere un "senso" per la durata degli eventi, anche quando si tratta di intervalli vuoti, ossia quando ci si trova in assenza di stimoli direttamente percepibili. Per capire se la semplice enumerazione di questa molteplicità di metodi empirici possa nascondere un risvolto rilevante alla nostra analisi, la questione che dobbiamo porci è: da dove deriva tale capacità? È possibile circoscriverne le condizioni di possibilità? La risposta a questa domanda potrebbe costituire un indizio importante relativamente ai *modi* attraverso cui la soggettività tenta di conferire una misura quanto più "oggettiva" possibile alla percezione di oggetti temporali.

Ora, *stima verbale* della durata di un intervallo, *comparazione* di più intervalli, e *produzione* o *riproduzione* di un intervallo rappresentano compiti differenti, che coinvolgono una molteplicità di facoltà soggettive. Sebbene sia stata finora scarsamente discussa, la questione di quali facoltà soggettive siano in atto nel corso della formulazione di un

¹¹ Una variante del metodo di comparazione è il cosiddetto metodo del singolo stimolo (*single-stimulus method*), in cui i soggetti devono assegnare ciascun intervallo presentato a una di due categorie, a seconda che lo giudichino come "corto" ovvero "lungo". Un classico esempio di questo procedimento è il *metodo di bisezione*, in cui vengono presentati due intervalli *standard* (un "minimo" e un "massimo"), a partire dai quali il soggetto deve giudicare se quelli presentati successivamente siano più simili all'uno o all'altro. Infine, la *generalizzazione temporale* consiste nel confrontare un intervallo *standard* presentato inizialmente con diversi intervalli presentati successivamente, tentando di giudicare se la durata di questi sia maggiore o minore rispetto alla durata *standard*.

“giudizio temporale” è di fondamentale importanza per la presente analisi.

4. Digressione sul concetto scientifico di “stima” o “giudizio” temporale

Cosa intendono gli scienziati quando parlano di “giudizio” o “stima” temporale? Alle neuroscienze non spetta l'onore, proprio delle cosiddette scienze “esatte”, di procedere *a priori*, derivando verità indubitabili da sistemi di assiomi autoevidenti. Quando l'indagine ha a che fare con l'emergere a coscienza di contenuti rappresentazionali, come avviene negli studi sulla percezione, il neuroscienziato non può prescindere dal riconoscere che, accanto al frutto delle misurazioni sperimentali, che si presta ad essere tradotto in dati numerici, il resoconto introspettivo è un criterio operativo altrettanto fondamentale per un'analisi ragionata dell'esperienza percettiva.

Nelle indagini sulle funzioni neurali che, perlomeno dal punto di vista fenomenologico, coinvolgono aspetti legati alla coscienza individuale, il riconoscimento del connubio tra riferimenti soggettivi “in prima persona” e osservazione “in terza persona” è particolarmente prolifico: un'evidenza comportamentale slegata da qualsiasi resoconto soggettivo relativo ad essa appare più come un mero accadimento e come un moto casuale che come una manifestazione di un atto ascrivibile ad un essere dotato di volontà e coscienza. In assenza di un resoconto introspettivo, infatti, l'osservazione delle dinamiche neurali si trova ben lontana dall'informarci compiutamente sul vissuto soggettivo dell'individuo che ne fa esperienza. In ogni atto di osservazione sperimentale c'è sempre un margine inosservabile e qualitativo, il quale ha a che fare con *ciò che si prova* ad essere il soggetto dell'esperimento.

Tale margine, di elevata portata informativa, non è punto derivabile *a priori* a partire dai risultati sperimentali, ma scaturisce dall'interazione verbale tra scienziato e soggetto dell'esperimento. È questa interazione che ingenera una dimensione di intersoggettività, entro la quale cade il dualismo tra osservazione e riferimento soggettivo, tra “prima” e “terza” persona, tra dato “oggettivo” e vissuto “soggettivo”. Posso osservare i processi cerebrali fin che voglio, ma giammai, nelle configurazioni di attività neurale, mi accadrà di “vedere”

le rappresentazioni o le immagini mentali di cui si colora l'esperienza soggettiva. È proprio l'inseparabilità e la complementarità dei termini di ciascuna di queste coppie a rendere in sé *possibile* il darsi di una *scienza* della *coscienza*¹².

Più che indagare cosa si intenda per percezione “del” tempo, è nostro desiderio assumere come un fatto che un *sensu* del tempo in generale *si dia* e, di qui, interrogarci sulle facoltà soggettive che lo rendono possibile. Determinare la durata percepita per un evento implica infatti una molteplicità di processi tutt'altro che semplici, che includono facoltà quali la ritenzione, la rimemorazione, nonché la capacità di tradurre la percezione in giudizio.

La ritenzione fa riferimento all'operazione del “trattenere”, nel presente, il vissuto trascorso, mentre la rimemorazione consiste nel riportarlo alla luce, presentificandolo nel “qui ed ora”. Ad esempio, si può pensare che, nel caso della riproduzione di un intervallo temporale in sede sperimentale, la funzione ritenzionale agisca in connubio con la facoltà giudicante, mentre nel caso del confronto tra più intervalli il processo dominante sia legato alla rimemorazione. Vedremo via via come ciascuna di queste facoltà agisca *in concreto* nella ricerca sperimentale. Per ora, basti dire che è solo attraverso il connubio tra il riconoscimento delle strutture soggettive della percezione temporale e la considerazione del tempo “oggettivo” derivato dalle misurazioni in laboratorio che la ricerca sperimentale mostra di essere in grado di delineare un paradigma quanto più attendibile e consapevole del suo oggetto di ricerca.

La facoltà percettiva e la capacità di produrre di intervalli temporali (ossia di stabilire i *time markers* per l'inizio e la fine di un intervallo dato) sembrano connesse anche dal punto di vista neurale, dal momento che sono correlate alle medesime regioni cerebrali. La complessità dei meccanismi cognitivi coinvolti nella stima temporale di percetti sensoriali ha reso assai ardua l'identificazione di un sostrato neurale che agisca precipuamente nell'elaborazione del fattore *temporale*. Non solo non vi è alcun sistema neurale isolato, che sia riconoscibile come unico correlato della percezione temporale in genere, ma l'insieme dei processi coinvolti nella percezione temporale mostra di costituirsi in una trama inscindibile dall'elaborazione di altre proprietà percettive – la spazialità *in primis*.

¹² Cfr. Brena (2009).

Dal punto di vista neurale, due sono i paradigmi che si sono articolati in vista di una spiegazione soddisfacente della percezione temporale. Il primo sottolinea il fatto che i giudizi sulla durata di uno stimolo dipendono dall'operazione di meccanismi neurali *specializzati*, dedicati specificamente alla rappresentazione della relazione temporale tra eventi. Il secondo sostiene invece che la rappresentazione della durata emerge dall'attività intrinseca e distribuita di molteplici meccanismi neurali non esclusivamente preposti alla percezione temporale. In questi modelli, si ritiene che la durata sia direttamente codificata nella quantità di attivazione sensoriale o, al limite, che essa emerga da un insieme di configurazioni di attività di diverse popolazioni neuronali¹³.

Le aree cerebrali connesse al coglimento delle proprietà temporali dei percetti sensoriali sono state identificate a diversi livelli dell'organizzazione cerebrale e, oltre al cervelletto, includono diverse aree corticali – come la corteccia frontale, la corteccia parietale (la quale agisce, tra l'altro, come interfaccia tra i processi sensoriali e quelli motori, trasferendo l'informazione temporale acquisita percettivamente ai meccanismi connessi all'azione), e l'area motoria supplementare (SMA) – nonché strutture subcorticali (i gangli basali, in particolare il caudato e il putamen).

5. Modelli di percezione temporale

Nell'ambito delle teorie neurobiologiche sulla percezione temporale, si possono distinguere attualmente due macromodelli, a seconda che si concepisca il tempo come qualcosa di insito nelle dinamiche stesse di produzione dell'esperienza percettiva (modelli distribuiti), o che si postuli invece l'esistenza di meccanismi preposti specificamente alla percezione del tempo (modelli localistici).

Tra i modelli distribuiti, i cosiddetti *modelli intrinseci* rivendicano l'esistenza di un sistema della percezione temporale *non* specializzato, ossia non direttamente dipendente da una modalità sensoriale specifica o dalla coordinazione di diverse modalità sensoriali. Nello *state-dependent network*, ad esempio, il tempo non è dipendente da un meccanismo assimilabile ad alcun "orologio interno", ma scaturisce bensì da

¹³ Cfr. Watson & Krekelberg (2009).

mutamenti temporali propri delle reti neurali, le cui configurazioni spaziali sarebbero proprio ciò che consente di rappresentare la durata percepita.

In particolare, nell'ambito degli studi sulla visione è emerso un approccio (detto *modality-specific*) che, distinguendo il ruolo specifico delle diverse modalità sensoriali nella generazione dei giudizi temporali, renderebbe conto delle rilevanti differenze che emergono tra queste quando si tratta di discriminare o di categorizzare intervalli di tempo. Ad esempio, quando un intervallo è delimitato da due segnali in modalità diverse, la stima della durata è assai meno accurata rispetto a quando i marcatori temporali sono presentati nella stessa modalità (sia essa visiva o uditiva). Inoltre, gli intervalli uditivi sono percepiti come più lunghi degli intervalli visivi della stessa durata. Non solo: anche la sensibilità al tempo è notevolmente superiore quando gli intervalli sono marcati da segnali uditivi piuttosto che visivi. Questo è il motivo per cui, nell'ambito dei modelli sulla percezione temporale, si ritiene che la modalità uditiva goda di una sorta di "superiorità sensoriale" su quella visiva.

Un'altra linea interpretativa, che vanta una tradizione più antica, fa riferimento a un meccanismo centrale generalmente deputato alla stima del tempo. Due sono qui le principali prospettive adottate dagli interpreti, a seconda che l'elaborazione temporale sia ritenuta il frutto di un processo oscillatorio o sia invece effettuata da un contatore o *pacemaker*. I modelli *oscillatori* sono particolarmente efficaci nel rendere conto di fenomeni temporali comprendenti l'aspettativa basata sulla prevedibilità di eventi che si presentano con regolarità nell'ambiente, attitudine che, nella cosiddetta "teoria dell'aspettativa dinamica" o "DAT", è stata definita *modalità di aspettativa orientata al futuro*¹⁴. Qui, il processo oscillatorio è costituito da un oscillatore ad andamento variabile e da una pulsazione ritmica di "energia attenzionale", i quali danno luogo a un "ritmo attenzionale" che si adatterebbe alla struttura temporale degli stimoli ambientali.

Tra i modelli che fanno riferimento al contatore o *pacemaker*, uno dei più influenti, nella letteratura sulla percezione del tempo, è stato inizialmente formulato da M. Treisman¹⁵ allo scopo di trovare una spiegazione del fatto che la percezione del tempo sembra seguire la

¹⁴ Cfr. Jones & Boltz (1989).

¹⁵ Cfr. Treisman (1963).

legge di Weber, secondo cui vi è una relazione costante (logaritmica) tra l'intensità di uno stimolo e quella della sensazione¹⁶. Il modello comprende un *pacemaker* che emette una serie regolare di pulsazioni, le quali vengono accumulate da un contatore e trasferite in un "magazzino mentale", dal quale un operatore di confronto può recuperarle per stimare una durata percepita.

L'ipotesi di Treisman è stata ampliata nel cosiddetto "modello scalare del tempo" (*Scalar Timing Model*), che, mantenendo i componenti del modello precedente, introduce però l'idea di un interruttore che regola le pulsazioni in ingresso e in uscita dal contatore. Si tratta quindi di un sistema costituito ora da tre elementi: un orologio interno (a sua volta composto da un *pacemaker*, da un interruttore e da un accumulatore), una memoria di immagazzinamento, e un meccanismo di confronto. Schematicamente, si può riassumere in tre stadi il funzionamento di questo meccanismo: in primo luogo, le pulsazioni generate dal *pacemaker* entrano nell'accumulatore (memoria di lavoro); in seguito, il contenuto accumulato viene trasferito in una memoria referenziale (memoria a lungo termine); infine, un operatore di confronto genera il giudizio vero e proprio, rispondendo solo quando il contenuto della memoria di lavoro coincide con quello della memoria referenziale.

Negli anni '80 si è sviluppato un modello che ha avuto enorme fortuna nell'ambito delle teorie che fanno riferimento al *contatore* o *pacemaker* interno. La SET (*scalar expectancy theory*)¹⁷ postula l'esistenza di un *pacemaker* che emette regolarmente delle pulsazioni, le quali vengono immagazzinate in un accumulatore dotato di interruttore, a sua volta controllato dai marcatori temporali che determinano l'inizio e la fine dell'intervallo da stimare. Quando l'interruttore è acceso, le pulsazioni si accumulano nella memoria di lavoro (*working memory*), il che consente di effettuare una stima "online" della durata. Quando l'interruttore si chiude, le pulsazioni accumulate (che corrispondono alla durata totale

¹⁶ Tale relazione è espressa dalla formula $S = k \log I$, dove S è la sensazione, k la costante di Weber, specifica per ciascuna modalità sensoriale, e I l'intensità dello stimolo. Nel caso degli intervalli temporali, l'equazione di Weber diventa $SD(T) = k * T$, dove SD rappresenta la deviazione standard di una distribuzione di giudizi e T è la durata dell'intervallo. Ciò significa che il coefficiente di variazione (cioè la deviazione standard divisa per la media) per una distribuzione di stime di intervalli di tempo rimane costante man mano che aumenta l'ampiezza degli intervalli.

¹⁷ Cfr. Gibbon & Church (1984).

stimata) verrebbero trasferite a una memoria di riferimento (*reference memory*) a lungo termine, la quale ne conserverebbe la traccia per confrontarla successivamente con altre durate. Un giudizio temporale risulterebbe qui dal confronto tra la durata precedentemente immagazzinata nella memoria di riferimento e la stima *online* della durata accumulata nella memoria di lavoro.

Se nella SET l'attenzione gioca un ruolo pressoché inesistente, essa assume una funzione cruciale nell'*Attentional-Gate Model* (letteralmente, il “modello del cancello attenzionale”), in cui, oltre all'attenzione (che può essere diretta o ai percetti ambientali o al fluire del tempo), gioca un ruolo cruciale l'*arousal*, ossia il livello di attività psicofisiologica¹⁸. In questo modello, diversi fattori possono condurre a variazioni del tempo percepito. Non solo si ritiene che l'apertura e la chiusura dell'interruttore possano essere soggette a diversi periodi di latenza, ma anche che mutamenti nel livello di attenzione o di *arousal* influiscano sul tasso di pulsazioni (cioè sulla frequenza) dell'orologio interno. Ciò avviene, ad esempio, negli esperimenti *dual-task*, dove il compito da svolgere è duplice (ad esempio, ai partecipanti dell'esperimento viene richiesto di cogliere uno stimolo uditivo e, contemporaneamente, di premere un pulsante) o nel cosiddetto effetto *oddball*, in cui la durata percepita per un oggetto diverso presentato entro una serie di oggetti identici viene percepita come più estesa di quella dei rimanenti.

Nell'*Attentional-Gate Model*, l'*arousal* e l'*attenzione* sono gli unici fattori ad influenzare il tasso di pulsazioni autonome del *pacemaker*, mentre nessun ruolo è attribuito alle caratteristiche dello stimolo o alle modalità di elaborazione dell'informazione in compiti specifici¹⁹. Qui, il cancello (*gate*) rimanda metaforicamente all'esistenza meccanismo cognitivo controllato dalla distribuzione dell'attenzione nel tempo: più il livello di attenzione impiegato è elevato, più il cancello rimane aperto e, così, più pulsazioni vengono emesse dal *pacemaker* e trasferite al contatore.

In una variazione del modello²⁰, l'interruttore opera in modalità “tutto o niente” sulla base del “significato temporale” assegnato allo stimolo. Così, quando il tempo è un fattore rilevante, cioè quando

¹⁸ Cfr. Zakay & Block (1995).

¹⁹ Cfr. Zakay & Block (1997).

²⁰ Cfr. Zakay & Block (1995).

l'attenzione è rivolta al tempo, il cancello rimane aperto e si accumulano più pulsazioni, che verranno poi conteggiate e trasferite nella memoria a breve termine; se invece l'attenzione è rivolta a un compito non temporale, il cancello si chiude e non lascia entrare ulteriori pulsazioni. L'attenzione rivolta al tempo equivarrebbe perciò ad un incremento di attività del cancello; in breve: maggiore il livello di *arousal*, maggiore il ritmo di pulsazioni conteggiate e minore la durata percepita per un intervallo. Viceversa, inferiore il livello di *arousal*, più lento il ritmo delle pulsazioni e maggiore la durata percepita.

Un'ipotesi significativa, associata all'*Attentional-Gate Model* e introdotta per chiarire la differenza tra la sovrastima e la sottostima temporale dovuta al livello di *arousal* o di attenzione, è quella del "mutamento contestuale". La teoria afferma che la durata ricordata per un periodo di tempo si estende in funzione della quantità di mutamenti contestuali immagazzinati nella memoria e accessibili al ricordo nel momento in cui avviene la stima temporale. La differenza tra giudizi prospettivi (relativi al tempo percepito) e retrospettivi (relativi al tempo ricordato) consisterebbe proprio in ciò, che i primi dipendono principalmente dalla codifica di informazione temporale, i secondi dalla codifica di informazione non temporale²¹.

Proprio perché costruiti per rendere conto della formulazione dei giudizi sulla durata, i modelli centrati sull'orologio interno riescono difficilmente a spiegare capacità più complesse, come quella di ricordare gli eventi passati o di stabilire la data in cui questi si sono verificati.

6. Premessa neurofisiologica. Il sistema visivo: l'occhio, il cervello e la ricostruzione dell'immagine

Dal momento che molta parte delle indagini sull'esperienza del tempo fa riferimento ad esempi tratti dalla sfera della visione, credo opportuno premettere alcune considerazioni d'ordine generale sul sistema visivo e sulle sue caratteristiche principali. Il sistema visivo è costituito da un sistema di lenti che proiettano sulla retina un'immagine invertita dell'ambiente, e si basa sull'attività specializzata di molteplici sottosistemi distribuiti, macroscopicamente suddivisibili in tre parti: l'occhio, le vie visive e il cervello.

²¹ Cfr. Zakay & Block (1997), p. 15.

L'*occhio* cattura la luce attraverso una superficie fotosensibile (la retina), dove i fotorecettori (le cellule sensibili alla luce: bastoncelli e coni) convertono i segnali luminosi in segnali elettrici. Questi vengono trasmessi al cervello attraverso il nervo ottico che, perforando lo strato di fotorecettori, è responsabile dell'esistenza della nota "macchia cieca", una zona priva di recettori dove la luce non viene percepita. Il fatto che l'esistenza di un tale "vuoto" visivo ci sia totalmente ignota, dal punto di vista fenomenologico, è dovuto a un processo chiamato "*filling in*", attraverso cui il cervello colma il *gap* percettivo sulla base dell'informazione trasmessa dall'area circostante e dall'altro occhio.

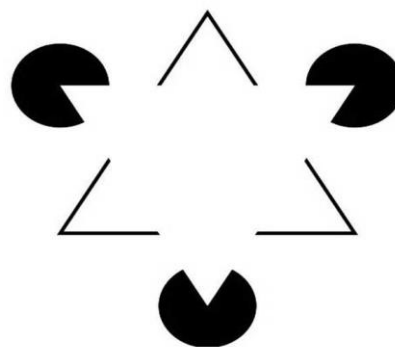
Le *vie visive*, di cui fanno parte il chiasma ottico, il corpo genicolato, e la corteccia visiva, trasmettono i segnali dalla retina al cervello, integrando i segnali provenienti dai due occhi. Infine, le *aree corticali visive* sono preposte all'interpretazione dei segnali visivi e alla formazione dell'immagine conformemente alle coordinate retiniche. Si usa parlare di *retinotopia* per indicare il mantenimento delle coordinate retiniche di partenza nel corso dell'elaborazione dell'informazione visiva a livelli via via più complessi del sistema visivo, dalla retina, al genicolato, fino alla corteccia.

Nel corpo genicolato, l'immagine subisce una prima elaborazione che condurrà alla messa in evidenza dei contorni e delle differenze di contrasto dell'oggetto rispetto allo sfondo. In ciascuna delle figure seguenti, il riconoscimento della duplice scena è possibile solo in virtù della capacità di astrarre i bordi dal resto dell'immagine. Secondo diversi autori, inoltre, il fatto che solo una delle due immagini ci appaia di volta di volta è spiegabile solo assumendo che il sistema nervoso si volga all'informazione sensoriale con una serie di assunzioni preliminari circa la struttura dell'osservabile.

Qui, il cervello usa la sagoma dei due oggetti (un suonatore di sax e un volto oscurato da sinistra) come indice della loro dimensione. Se così non fosse, l'informazione presente non ci consentirebbe che di rilevare una serie di macchie bianche e nere, dalle quali non sarebbe possibile astrarre alcun oggetto. Congiungendo l'informazione binoculare, la corteccia visiva primaria è in grado di estrarre anche altre proprietà di base degli stimoli visivi, come l'orientamento e la direzione del moto.



Che il cervello “interpreti” l’immagine visiva basandosi su assunzioni preliminari è evidente anche osservando triangolo di Kanizsa (a destra). Mancando di angoli e di contorni completi, il fatto che crediamo di “vedere” due triangoli “pieni” è dovuto rispettivamente all’opera di riempimento dei lati del primo e dalla deduzione degli angoli del secondo – dove in verità non troviamo né linee né riempimento. Il sistema visivo è dunque in grado di completare mentalmente i dettagli percettivi *attesi* in un atto percettivo basandosi sul contenuto di aspettative preliminari dotate di senso.



Quando osserviamo qualcosa, il segnale visivo catturato dalla retina viaggia attraverso il nervo ottico raggiungendo la corteccia visiva primaria e, da qui, alle aree superiori nella gerarchia corticale. Analizzando la struttura del sistema visivo, è chiaro come il sostrato neurale preposto alla codificazione dell’informazione visiva non

consenta di determinare univocamente *una* “via” privilegiata attraverso cui i percetti giungono a coscienza.

Le diverse caratteristiche dei percetti visivi vengono codificate parallelamente lungo percorsi distinti, cui si fa riferimento con il nome di vie del “dove” e del “che cosa”. L’ipotesi fu formulata all’inizio degli anni ‘80 e più volte riveduta. Una tra le versioni influenti è quella di M. Goodale e A. Milner (1992), i quali scoprirono che i sostrati neurali della percezione visiva possono essere del tutto distinti da quelli che sottendono il controllo visivo delle azioni²². La via *ventrale*, detta anche via del “che cosa”, è implicata nell’identificazione percettiva degli oggetti, mentre la via *dorsale* (la via del “dove”) localizza spazialmente gli stimoli, mediando le trasformazioni senso-motorie a partire dall’interazione corporea con gli oggetti.

Stando ad alcuni studi recenti, la distinzione delle due vie renderebbe conto, tra l’altro, del fatto che solo pochi sono i percetti di cui diveniamo coscienti. In particolare, “la via ventrale porterebbe alla produzione di una rappresentazione percettiva *cosciente* dell’oggetto presente nel campo visivo, mentre la via dorsale produrrebbe una rappresentazione *non cosciente* [del percetto] ma disponibile come obiettivo di un movimento come l’afferrare”²³.

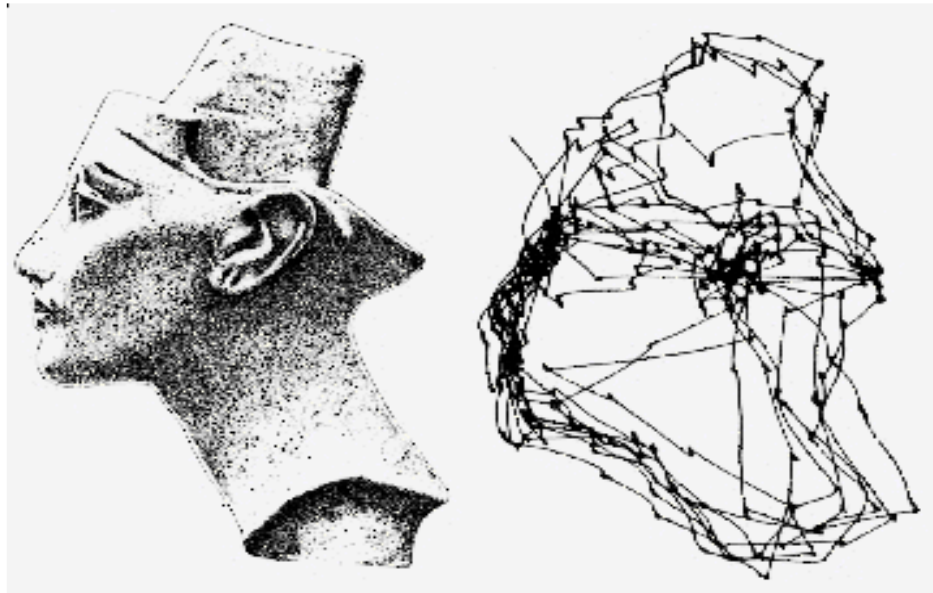
Non solo il sistema visivo sembra utilizzare due percorsi diversi per elaborare l’informazione in ingresso (funzione, questa, che rimane pur sempre inconscia), ma le due vie, stando a questa ipotesi, fanno anche riferimento a due distinte modalità dell’approccio dell’individuo con l’ambiente. Se la via ventrale, che culmina nel lobo temporale, fornisce l’informazione necessaria per avere una *percezione cosciente* di uno stimolo, ossia per riconoscere un oggetto nella sfera del visibile, la via dorsale, che culmina nel lobo parietale, elabora l’informazione che guida l’azione, dal momento che consente di *localizzare* gli oggetti in vista della loro manipolazione pratica.

L’analisi di una scena visiva è strettamente connessa alla funzione foveale. Nell’osservare una scena stazionaria, eseguiamo una “scansione” del campo visivo attraverso rapidi movimenti oculari, i quali si alternano a brevi a fissazioni. Per comprendere dal punto di vista intuitivo come si comporti il sistema visivo relativamente ai movimenti saccadici, ossia quei movimenti oculari, alternati a stasi, che

²² Cfr. Goodale & Milner (1992).

²³ Bonato *et al.* (2012), p. 112 (corsivo mio).

accompagnano tutto il corso della nostra esperienza visiva, si osservi l'immagine seguente²⁴: la figura mostra le tracce corrispondenti ai punti di focalizzazione visiva durante l'osservazione del volto di profilo, evidenziando come la rappresentazione di un'immagine sia il risultato di un'elaborazione sensoriale che ne coglie inizialmente solo pochi dettagli, in sé assai spogli e a partire dai quali la ricchezza dell'immagine completa è solamente *immaginabile*. L'irregolarità e la non uniformità della distribuzione di fissazioni e movimenti saccadici risulta assai evidente dalle (poche) linee ripercorse più e più volte e dai (molti) punti del tutto ignorati.



I lavori di A. L. Yarbus (1967) evidenziano come, in virtù dei movimenti saccadici, il sistema visivo seleziona e, per così dire, si “interessa” solo degli aspetti salienti dell'immagine. La selezione dei punti cruciali (corrispondenti alle zone più dense della figura), in cui lo sguardo si sofferma più diffusamente, fa emergere i tratti salienti dell'immagine in virtù di un movimento né omogeneo né regolare, bensì irregolare e discontinuo, costituito da ampi movimenti alternati a brevi momenti di fissazione.

²⁴ Cfr. Yarbus (1967), p. 181.

Lungi dall'essere assimilabile a una "macchina da presa" in grado di cartografare in maniera approssimativamente fedele ogni dettaglio che può afferrare, l'occhio umano mostra di selezionare accuratamente la "struttura portante" di ciò che si manifesta, afferrandone il senso preliminarmente alla presa di coscienza di ulteriori dettagli. Pur rappresentando uno dei primi stadi dell'elaborazione visiva, i movimenti saccadici manifestano dunque già quella dialettica di inclusione e togliimento, sintesi e analisi, raggruppamento ed esclusione, connessione ed eliminazione, la quale si esprime in modi sempre più compiuti e onnicomprensivi man mano che si sale dai livelli dell'elaborazione sensoriale a quelli più complessi e consapevoli della presa di coscienza dei percetti.

Operando in vista del conferimento di un senso globale ai contenuti spaziali dei percetti, il sistema visivo elabora insomma porzioni altamente privilegiate dell'effettuale, cui dà forma conformemente alle strutture organizzative della soggettività. In questo senso troviamo assai felice la metafora dei movimenti oculari come "interrogativi"²⁵ rivolti al mondo: sin dagli stadi infimi dell'elaborazione sensoriale, mai la recettività attende passivamente di ricevere impressioni, le quali si troverebbero bell'e pronte nel mondo esterno, ma determina bensì sin da principio il campo del determinabile. Nel caso specifico della visione, va tenuto presente che non solo la motilità oculare è necessaria a costituire la rappresentazione di un percetto visivo statico in generale, ma, più in generale, è grazie all'informazione relativa ai movimenti oculari che il moto di un oggetto può essere seguito e addirittura previsto nel suo sviluppo temporale. Come vedremo a breve, esistono infatti meccanismi neurali in grado di prevedere la localizzazione di *target* spaziali addirittura *prima* che questi siano afferrati dai movimenti oculari.

La percezione del volto di profilo a partire dalla selezione dei suoi tratti salienti e, inversamente, il completamento visivo dei triangoli incompleti sono esempi di come, lungi dal poter essere concepite come una mera somma di elementi dati una volta per tutte, le immagini coscienti del mondo siano il frutto di un'organizzazione preliminare che il cervello necessita formalmente di imporre su qualsiasi contenuto sensoriale. È grazie ad un'opera di accurata selezione, di conferimento di senso e di predittività che diviene possibile il cogliimento di

²⁵ Cfr. MacKay (1972).

“immagini” anziché di meri aggregati di punti e linee. Il darsi stesso di tale coglimento attesta che, nel corso della visione, il cervello non riceve passivamente le immagini, ma vi impone le proprie strutture di senso, in una processualità creativa adeguata alle circostanze.

È evidente che, quando si parla di percezione *del* tempo (o di percezione temporale – quando l’aggettivo, naturalmente, sia posto *in vece* del genitivo oggettivo), il termine “percezione” è assunto con una connotazione del tutto peculiare. A differenza delle proprietà dei percetti, che cogliamo attraverso il nostro apparato sensoriale, il tempo sembra un’entità che possiamo dire di *percepire* solo in senso metaforico, in modo non meno enigmatico della natura sfuggente ed elusiva che lo caratterizza. A questo proposito, il celeberrimo adagio agostiniano non solo esprime in modo assai efficace l’aspetto qualitativo e inoggettivabile della *distensio* temporale, ma rimanda anche all’aporeticità in cui sembra arrestarsi ogni tentativo di oggettivare quest’ultima e di ricavarne una definizione discorsiva. La pretesa di fornire una descrizione “oggettiva” del tempo vissuto è un’operazione tanto problematica quanto lo sarebbe il tentativo di ridurre a coordinate cartesiane l’immagine dinamica di un fanciullo che gioca su un’altalena.

7. Le “distorsioni” temporali non sono percezioni “arbitrarie” né illusioni dei sensi

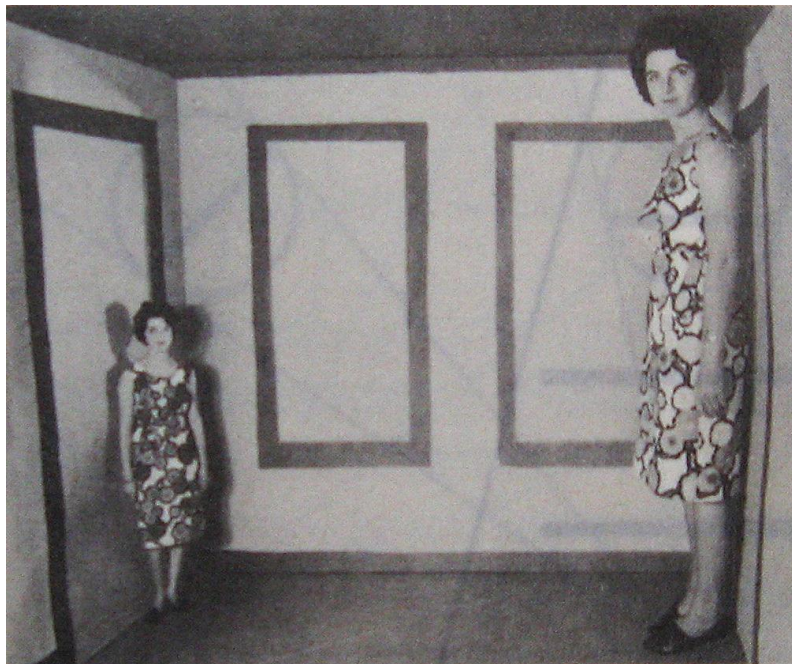
Prima di avventurarci nell’esplorazione di cosa siano e di come si manifestino quelle cui gli scienziati si riferiscono quando parlano di “distorsioni temporali”, è bene chiarire in via preliminare e dal punto di vista concettuale cosa esse *non* sono.

In primo luogo, tali “distorsioni” vanno distinte dalle illusioni percettive, perlopiù di tipo visivo, cui ci si riferisce quando si pensa, ad esempio, alla “stanza di Ames”²⁶, all’illusione di Ponzo, alla scacchiera di Adelson (dove i quadrati A e B sono dello stesso colore, anche se non lo sembrano), o alla celeberrima illusione di Muller-Lyer, in cui il corpo della freccia con le estremità divergenti appare inesorabilmente più

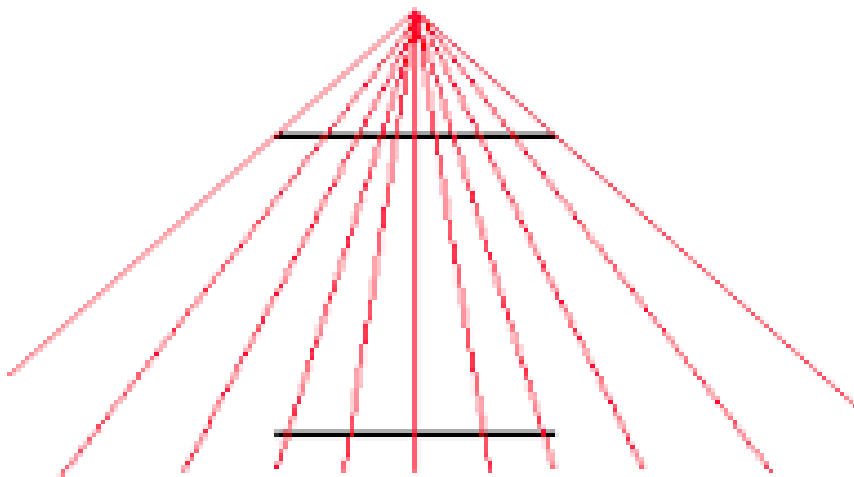
²⁶ Cfr. Oxymoron:

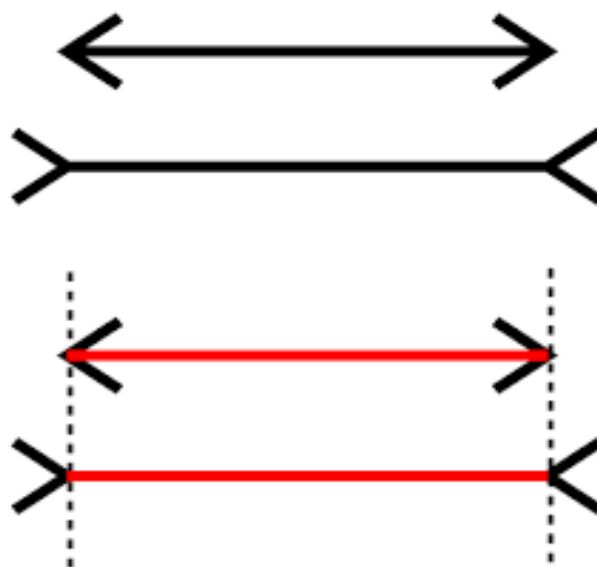
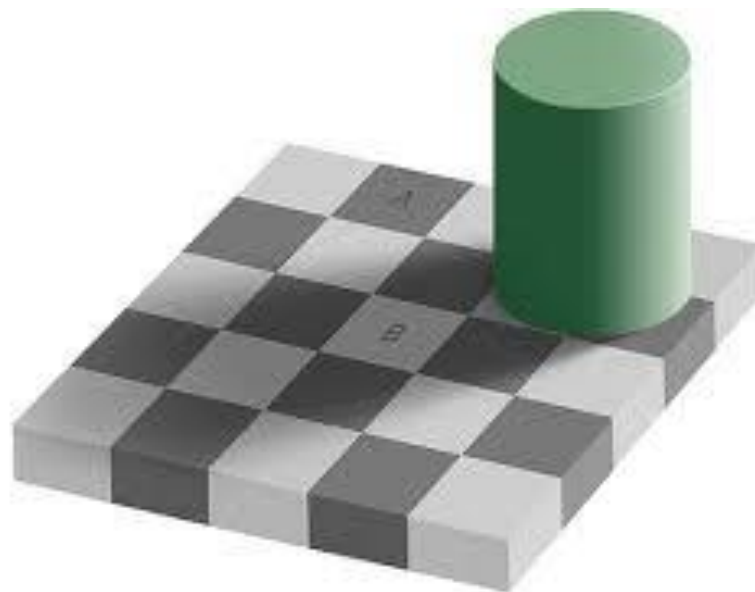
<http://percezioniderivate-blog.tumblr.com/post/270830239/stanza-di-ames-adalbert-ames-su-progetto-di>.

lungo di quella con le estremità convergenti (vedi, rispettivamente, le 4 figure in basso).



Which line is longer ?





Vi è una caratteristica fondamentale che distingue le distorsioni di

cui trattiamo in questa sede dalla miriade di giochi percettivi, in cui si genera una naturale discrepanza tra, da un lato, le proporzioni geometriche, la forma, il colore, o altre proprietà spaziali della figura osservata, e, dall'altro, il contenuto di tali rappresentazioni al livello cosciente. Se ciò che entrambe le specie di fenomeni condividono è l'inevitabilità del loro esser tali, ossia del fatto che esse, escluse dal dominio della coscienza soggettiva, non possono venire tematizzate nell'esperienza immediata, va detto che sono le seconde a presentare gli aspetti più sorprendenti: essendo incorporate come fattori intrinseci nel sistema cognitivo stesso, tali "distorsioni" agiscono infatti preliminarmente e in modo non saputo in ogni atto conoscitivo e, dunque, non solo rispetto ai fenomeni che sappiamo essere "illusori" (come quelli citati sopra).

È dunque da mettere in chiaro fin da subito che, nel presente lavoro, sotto termini come "distorsioni" o "illusioni" non intendiamo fenomeni paragonabili a tali "illusioni ottiche", e ciò per diverse ragioni. In primo luogo, a differenza che nelle illusioni geometriche, le distorsioni del tempo percepito sono inconsce non perché i sensi ci "ingannino" (quando, in alternativa, i sensi potrebbero anche non ingannarci) ma per ragioni strutturali insite nella facoltà ricettiva e, perciò, ineliminabili.

In secondo luogo, non si tratta di effetti chiamati "illusori" in quanto contrapposti ad una presunta esperienza "ordinaria" (come sarebbe, ad esempio, se si assumessero droghe o sostanze stupefacenti, che com'è noto modificano la percezione sensoriale in un modo di cui il soggetto ha un "sentore"), bensì di fenomeni che influenzano sistematicamente e in modo sostanziale ogni aspetto della facoltà percettiva.

In definitiva, se non si ha mai una percezione temporale "oggettiva", nel senso per cui essa coinciderebbe col tempo degli orologi, non è per qualche "carezza" del sistema percettivo, bensì perché la struttura della soggettività è tale per cui, se confrontata con il sistema di misurazione scientifico, essa si qualifica come un'organizzazione dotata di strutture proprie, difficilmente (o, forse, del tutto non) riducibili ai paradigmi scientifici del mondo percepibile.

Relativamente alla natura autonoma della sensazione, come struttura dotata di un'organizzazione propria, indipendentemente appropriatrice delle "forme sensibili", e non come "intellettualità

confusa”, si potrebbe qui ricordare quanto Kant afferma nella *Critica della ragion pura*: “[l]a dottrina, quindi, che tutta la nostra sensibilità non sia altro che una rappresentazione confusa delle cose, la quale contenga unicamente ciò che appartiene ad esse in se stesse, ma soltanto in un ammasso di note e di rappresentazioni parziali, che noi non distinguiamo con la coscienza, è una falsificazione del concetto di sensibilità e di fenomeno, che ne rende tutta la dottrina inutile e vana. La differenza tra rappresentazione chiara ed oscura è semplicemente logica, e non concerne il contenuto”²⁷.

Davvero la sensibilità possiede forme proprie, irriducibili ai paradigmi che la scienza vuole imporle? O non è forse la percezione veramente un insieme di illusioni e distorsioni che, come afferma la maggioranza dei neuroscienziati focalizzati sulla percezione temporale, ci offre del mondo un’idea che non corrisponde punto ai “fatti”? Discuteremo più avanti queste questioni, quando “la totalità dell’empirico” ci consentirà forse di vedere emergere contenuti che arricchiranno le possibilità di darvi una risposta soddisfacente.

8. Sul nostro approccio tra riduzione eidetica e ricerca delle condizioni di possibilità dei “dati” scientifici

L’approccio con cui affronteremo i risultati sperimentali sarà, in prima battuta, analogo a quello con cui Husserl intendeva mettere “tra parentesi” la datità del mondo quale si dà percettivamente ai sensi, per mostrarlo nella sua nudità attraverso la “riduzione eidetica” operata dalla fenomenologia trascendentale. Tale metodo, cui Husserl stesso diede il nome di *epoché* (dal greco ἐποχή, “sospensione”, ossia il momento teoretico in cui tutti i giudizi e le azioni sul mondo sono “sospesi”), è quell’operazione radicale e fondamentale, che consente di scoprire il dato naturale e di “accettare ciò che si dà, nei limiti in cui si dà, e ciò che si manifesta, così come si manifesta”²⁸.

Il carattere fondamentale dell’*epoché*, che per Husserl rappresenta “il principio di tutti i principi”, consiste nel rendere possibile la destituzione di ogni senso preformato conferito alla datità del reale per come questa si manifesta ai sensi. Nonostante l’umiltà di tale

²⁷ Kant (2004), p. 68.

²⁸ Cfr. Husserl (1965), p. 53.

impostazione epistemologica, esplicitamente confinata al sapere “descrittivo” e priva di qualsiasi pretesa ontologica, tra le maglie delle “evidenze” fenomenologiche intravediamo tuttavia già il terreno in cui le condizioni di possibilità dell’esperienza risultano fondare in modo meno incerto il carattere fondativo delle strutture che Kant riconobbe come condizioni di possibilità dell’esperienza stessa. Non ci fermeremo fino a che non riusciremo a risalire più ad alcuna ulteriore condizione di possibilità dei fenomeni di cui avremo messo tra parentesi la datità.

L’atteggiamento che ci guiderà consisterà nondimeno nel prestare attenzione a non introdurre idee filosofiche *ad hoc*, bensì nel sedimentare “in descrizioni di carattere generale le conoscenze guadagnate scrupolosamente con un lavoro sistematico”²⁹, scendendo nei dettagli solo quando ciò sia opportuno a chiarire i contenuti presentati.

L’*epoché* può declinarsi in diverse forme e gradi. Ciò che accomuna tutte queste forme è la sospensione dell’atteggiamento acritico nei confronti di ciò che appare. Ora, nell’ambito fenomenologico della percezione, ciò che è dato sono le apparenze. Nella presente ricerca, declineremo il termine “datità” nel senso dei “fatti” sperimentali, alla stessa stregua in cui Husserl considerava la datità fenomenica dei “*sense data*”. Sebbene trasposta su piani epistemologici lontanissimi da quelli della percezione immediata di cui parlava il fenomenologo tedesco, la presentazione dei risultati sperimentali sarà già, in questa sede, il frutto di un atto di *epoché*, nella misura in cui presuppone il mettere tra parentesi ogni tesi dell’atteggiamento scientifico che non sia anche, e al tempo stesso, problematizzata a fondo e giustificata nel suo fondamento.

Nel profilarsi come processualità attiva ed eminentemente costitutiva non solo dell’agire pratico, ma anche del conoscere, la soggettività mostra oggi di intervenire sull’oggettività in modi sorprendenti, che descriveremo nel corso della trattazione. L’esplorazione scientifica del cervello, esplosa in modo dirimpante negli ultimi decenni, ci presenta un’immagine quanto mai interessante dei processi attraverso cui i processi mentali, funzionalmente mediati dal sistema nervoso centrale, ci restituiscono, al livello fenomenologico, una rappresentazione del mondo saldamente integrata e unitaria. Le dinamiche cerebrali vengono oggi descritte con caratteri – quali la spontaneità, la capacità predittiva nell’anticipazione dell’esperienza,

²⁹ Ivi, p. 141.

l'auto-organizzazione e la connettività globale – i quali rimandano a modalità preconsce di rapportarsi all'esperienza, in cui si può già vedere in atto l'enorme potere che la soggettività esercita nel costituire la conoscenza come un tutto coerente.

Non sono certo pochi né di secondaria importanza i risultati delle neuroscienze che si presentano come aperte sfide alla comprensione di fenomeni cruciali, ritenuti finora di esclusiva competenza della filosofia. Uno dei più sconvolgenti riguarda il *potere costituente della soggettività nei confronti del tempo*. In tutte le concezioni del tempo che hanno segnato la speculazione filosofica occidentale (ad eccezione delle formule della fisica classica e quantistica, almeno fino alla termodinamica dei campi quantistici), ciò che fino ad oggi non è mai stato messo in discussione è il suo carattere di unidirezionalità (dal passato al futuro) e di irreversibilità (la cosiddetta “freccia del tempo”).

Ora, quello di fronte a cui ci pongono i risultati sperimentali delle neuroscienze è una sorprendente messa in questione di questa costituzione del tempo. Tale problematizzazione è tanto più radicale in quanto la temporalità non è solo una delle forme attraverso cui abbiamo accesso al mondo, ma il filtro fondamentale di tutta la nostra sensibilità. I risultati neuroscientifici odierni mostrano che l'attività del soggetto sembra avere il singolare potere di non soggiacere alla direzione, apparentemente incontrastabile, della freccia del tempo, ma d'intervenire attivamente su di essa, trasformandola profondamente mediante atti quali la *retrodatazione*, la *cronostasi*, la *postdatazione*, l'*attrazione temporale* dei tempi percepiti, e così via.

Tutto questo mette in luce un enorme potere costituente delle strutture cognitive della soggettività nei confronti dell'esperienza temporale, che ha tuttavia sollevato problemi di grande portata. L'apparente semplicità con cui percepiamo fenomenologicamente l'“ora” nell'esperienza cosciente appare il risultato di processi di straordinaria complessità, rivelati dall'analisi sperimentale e insospettabili a livello di fenomenologia della percezione.

I caratteri sorprendenti che, alla luce degli odierni studi sul cervello, assume l'intervento attivo del soggetto sul tempo ci autorizzano a ipotizzare l'esistenza di un modo soggettivo inconscio di rapportarsi al tempo diverso da quello dei tempi neuronalmente rilevabili sperimentalmente. A fronte dell'esperienza temporale misurata negli esperimenti, sembra esservi soggettivamente l'esperienza di una sorta di

“presente esteso”, nella cui unità indivisibile tutti gli elementi che l’analisi sperimentale suddivide in unità temporali discrete coesistono simultaneamente.

Il bisogno di unità e, in ultima analisi, di un’identità stabile e coerente su cui incardinare la molteplicità di funzioni cognitive, attraverso cui perveniamo ad una conoscenza globalmente integrata del mondo, non è solo un’esigenza fenomenologica per comprenderci come soggetti identici in un modo continuamente cangiante, ma un requisito ermeneutico necessario a rendere conto degli esiti stessi della ricerca scientifica.

Il problema, davanti a cui si trovano gli studiosi, è d’immediata rilevanza filosofica e può essere così formulato: come accordare la stabilità e la continuità della nostra esperienza che si dispiega nel tempo con gli interventi straordinariamente complessi che la soggettività opera sulla successione temporale degli eventi?

Rispetto al tempo “oggettivo” degli orologi, questi interventi appaiono agli studiosi come *distorsioni* che il soggetto introduce nei giudizi impliciti ed espliciti sul modo del dispiegarsi temporale degli eventi. È legittimo chiamare “distorsioni” gli atti, mediante i quali la soggettività perviene alla costituzione di un’esperienza coerente e unitaria? La caratterizzazione dell’esperienza soggettiva come “illusoria” è davvero l’unica via che possiamo battere, nel nostro tentativo di far dialogare le neuroscienze con il pensiero filosofico? La soggettività non dispone forse di strutture conoscitive che acquisiscono legittimità proprio nel loro uso empirico, le cui *forme* delineano al tempo stesso le *condizioni* del darsi dell’oggettività?

9. Piano del lavoro

Nel primo capitolo verrà affrontato uno degli interrogativi più radicali sorti in ambito neuroscientifico intorno all’esperienza percettiva: come si crea la stabilità e la continuità della nostra esperienza temporale a fronte delle “distorsioni”, che emergono comparando i tempi neurali registrati sperimentalmente e i riferimenti soggettivi sul tempo vissuto? Verrà esaminato criticamente il concetto di “distorsione”, il quale ha senso solo se viene previamente assolutizzata un’esperienza temporale misurata dagli orologi e un’esperienza spaziale misurata dai regoli.

Nel secondo capitolo verranno esaminati gli esperimenti che, a partire dai lavori di Libet, hanno messo in discussione l'esistenza del libero volere, principalmente sulla base dell'esistenza di eventi neurali che, *precedendo* gli atti motori volontari, consentono di "leggere" le nostre decisioni future *prima* che ne diventiamo consapevoli. Qui, un'ermeneutica d'ispirazione kantiana delle decisioni coscienti consentirà di ritrovare lo spazio della libertà come ambito essenziale dell'umano.

Il terzo capitolo proseguirà la valutazione degli studi sul rapporto tra coscienza, percezione e azione e sul loro intreccio inscindibile in ogni atto di costituzione dell'esperienza spazio-temporale.

Nel quarto capitolo sarà analizzato il problema del *binding*, vale a dire di quel processo di collegamento attivo responsabile dell'unitarietà della nostra esperienza, il quale rimanda ad un processo di sintesi assai affine alla funzione svolta dalle strutture kantiane della soggettività quali *forme* trascendentali della conoscenza e della costituzione dell'esperienza come un tutto coerente e dotato di senso.

Nel quinto capitolo, riprendendo le interpretazioni neuroquantistiche della coscienza, verranno esaminate le teorie che, detemporizzando i processi mentali fondamentali, si avvicinano in modo sostanziale alla concezione kantiana dell'unità trascendentale della coscienza. In particolare, una prospettiva che si richiami allo *schematismo* trascendentale consentirà di individuare dei percorsi in grado di riannodare la divaricazione tra esperienza soggettiva ed esperienza scientifica – divaricazione più volte emersa nel corso della ricerca.

Il tema principale del sesto e ultimo capitolo sarà costituito dai neuroni specchio, il cui comportamento fornisce elementi essenziali per la comprensione dell'esperienza nei suoi caratteri squisitamente *intersoggettivi*.

Nelle conclusioni verrà proposta una visione innovativa dei rapporti tra esperienza, coscienza e tempo. Prendendo ispirazione non solo dalla prospettiva trascendentale di matrice kantiana, ma anche dalla fenomenologia husserliana e dalla fenomenologia della percezione di Merleau-Ponty, si perverrà alla formulazione di un'interpretazione profonda degli inediti meccanismi con cui la soggettività attua i processi di in-formazione dell'oggettività, così come emergono oggi in ambito neuroscientifico.

CAPITOLO I.

Distorsioni temporali e continuità dell'esperienza percettiva.

1. Distorsioni temporali e (ir)rappresentabilità del tempo

Negli studi sulla percezione *temporale*, la necessità di servirsi di stimoli presentati *nello spazio* può essere vista come una conseguenza fattuale del vincolo concettuale, per cui il tempo possiede una rappresentabilità solo spaziale. Una delle aporie che storicamente caratterizzano la nozione di tempo è proprio dovuta all'irrappresentabilità che lo caratterizza: in quanto proprietà di tutto ciò che diviene, il tempo può infatti essere rappresentato solo per analogia. Essendo priva di “figura”, la successione temporale è generalmente raffigurata “mediante una linea che procede all'infinito, nella quale il molteplice costituisce una serie che possiede un'unica dimensione, e desumiamo dalle proprietà di questa linea tutte le proprietà del tempo [...]”³⁰.

È questo il motivo che impone all'indagine empirica intorno agli aspetti temporali dei processi percettivi di fare costantemente riferimento alle proprietà visibili di un percolato. Nell'ambito delle odierne neuroscienze, una cospicua mole di studi ha analizzato proprio la relazione che le proprietà spaziali di un percolato intrattengono con la percezione temporale dello stesso. Queste ricerche hanno messo in luce come i modi della presentazione di un percolato *nello spazio* (il quale è di frequente uno spazio virtuale, come quello che prende forma entro uno schermo computerizzato) influenzino in modo sostanziale la percezione delle proprietà temporali del percolato.

Nonostante il privilegio che gli studiosi accordano agli studi intorno al sistema visivo³¹ e alla spazialità in generale, gli aspetti propriamente temporali della percezione non sono stati completamente misconosciuti prima dell'avvento degli studi odierni a questo riguardo. Già negli anni '30 del secolo scorso, ad esempio, si iniziava a mettere in relazione la velocità di un percolato visivo con la durata percepita per esso, riconoscendo significativamente (e a dispetto delle interpretazioni odierne a questo riguardo) che le correlazioni fenomenologiche tra

³⁰ Kant (2004), p. 135.

³¹ La visione è senza dubbio la modalità sensoriale meglio assoggettabile allo studio empirico di tipo quantitativo. Non sorprende, dunque, che sia proprio questo l'ambito da cui sono maturate alcune tra le più importanti scoperte riguardanti le proprietà fondamentali dell'esperienza percettiva.

velocità e durata percepite per oggetti in movimento “non sono casi isolati che possano considerati come illusioni, ma sono bensì variazioni continue, condizionate praticamente da ogni mutamento subito dalla struttura del campo in cui avviene il movimento”³².

Identificando i modi attraverso cui diversi fattori esterni all’individuo, legati perlopiù alle proprietà degli stimoli, influenzano in maniera sistematica la costituzione dell’esperienza temporale, questi risultati rappresentano un passo pionieristico importante verso la consapevolezza dell’enorme complessità e varietà di modi, attraverso cui l’interiorità del vissuto si interseca alla presenza di oggetti ambientali, conferendo all’esperienza un senso sempre nuovo e basato sul dialogo continuo tra individuo e ambiente.

Tra le prime “distorsioni” scoperte intorno alla percezione temporale vi è il fenomeno per cui, in modo variabile a seconda della struttura del campo visivo in cui avviene il movimento di un percetto visivo, gli intervalli “riempiti” (*filled time*) dal movimento di uno o più oggetti nella scena visiva sono percepiti come più estesi rispetto agli intervalli “vuoti” (*unfilled time*), in cui non viene presentato alcun percetto o in cui uno stimolo già presente non subisce alcun mutamento. A ben vedere, tale scoperta sembra invero contraddire l’esperienza che facciamo quotidianamente quando, ad esempio, per contrastare l’eternità dell’attesa di un esame, “ammazziamo” il tempo volgendo l’attenzione alle notizie del giorno, o quando, impazienti di fronte all’immemorabile lentezza del nostro pc, siamo confortati dal movimento circolare del cursore che ce ne indica l’avanzamento, rassicurandoci dell’imminente sospensione della nostra frenesia temporale. In altre parole, l’esperienza ci insegna che intervalli di tempo “pieni” di eventi (o distrazioni) sembrano scorrere più velocemente (e durare meno) di intervalli vuoti e silenziosi, dove l’attesa monopolizza la mente.

Una spiegazione che mi viene da proporre consiste nell’introdurre la distinzione tra quelle che potremmo chiamare una durata “chiusa” da due marcatori temporali (uno d’inizio, uno per la fine dell’intervallo) e una durata “aperta”, di cui si *attende* il termine “in tempo reale”. Nel caso della durata chiusa, dove l’inizio e la fine dell’intervallo sono definiti da marcatori sensoriali, si tratta di riferire *a posteriori* la durata percepita per ciò che accade “nel frattempo”. Nel

³² Brown (1931), p. 248.

secondo caso, il marcatore di chiusura dell'intervallo deve invece ancora apparire, e il soggetto si trova in uno stato di *attesa*. I meccanismi attivi nei due *task* sono dunque diversissimi: mentre, nel primo caso, ad essere in gioco è essenzialmente la capacità di rimemorare la durata trascorsa, nell'attesa agiscono elementi di aspettazione che lasciano sussistere il frangente della durata in un'apertura al futuro.

All'effetto illusorio che abbiamo or ora presentato vengono oggi date spiegazioni alternative, alcune delle quali fanno riferimento a meccanismi soggettivi predittivi e postdittivi che informano sistematicamente l'esperienza temporale. Ad esempio, il “paradosso della vacanza”³³ afferma che i momenti che ci coinvolgono positivamente, come ad esempio i giorni di vacanza, sembrano volare mentre li viviamo, mentre, a ripensarci in seguito, sembrano essere durati un'eternità. Viceversa, le ore passate a letto in stato di malattia sembrano interminabili, mentre occupano tratti assai brevi quando le ricordiamo.

Per risolvere il paradosso, occorrerebbe dunque fare appello al duplice meccanismo – prospettivo e retrospettivo – attraverso cui si genera la visualizzazione mentale del tempo. In breve, il meccanismo *prospettivo*, attraverso cui basiamo la stima del tempo mentre questo “scorre”, darebbe origine a giudizi di durata invertiti rispetto al modo *retrospettivo*, attraverso cui giudichiamo la durata di esperienze passate. Lascio al seguito della trattazione l'analisi approfondita dei modelli esplicativi dei processi di costituzione temporale dell'esperienza. Per ora, quanto detto ci basti a ripercorrere gli snodi essenziali che, dal punto di vista delle scoperte empiriche, hanno creato le condizioni di possibilità degli sviluppi odierni degli studi sulla percezione temporale.

A partire dagli ultimi decenni del secolo scorso, l'attenzione verso i meccanismi soggettivi della percezione temporale ha condotto al moltiplicarsi delle scoperte intorno all'influenza che altri fattori empirici, come la velocità, la frequenza, l'intensità e il grado di illuminazione³⁴ degli stimoli giocano nei confronti della stima temporale di percetti visivi. La sottostima o la sovrastima della durata sembra infatti dipendere in modo sostanziale da diverse circostanze relative ai modi di presentazione degli stimoli. È bene chiarificare sin d'ora che quando parliamo di “sottostima” intendiamo che la durata viene giudicata come

³³ Hammond (2013), p. 191.

³⁴ Cfr. Roelofs & Zeeman (1951).

più breve di com'è realmente, e che, viceversa, quando parliamo di “sovrastima”, intendiamo che nel giudizio la durata risulta più estesa di quella realmente presentata³⁵.

2. L'influenza di fattori empirici sulla percezione della durata di stimoli visivi

2.1. Durata percepita in relazione alla visibilità del target visivo

La semplice *riduzione della visibilità*, ossia il venir meno delle condizioni che consentono di identificare con precisione uno stimolo temporaneo, genera una sottostima della durata percepita per esso³⁶. Ciò sarebbe dovuto al fatto che, in tali condizioni, le deboli risposte generate da questi stimoli non sarebbero sufficienti ad individuare asincronie temporali: ciò, a sua volta, concorrerebbe a generare un'apparente compressione della durata percepita, in cui diversi eventi sarebbero attratti nel tempo e, al limite, percepiti come simultanei. In una stanza buia, percepiremo dunque il tempo con minor precisione rispetto a quando possiamo vedere tutto alla luce del sole.

Dal punto di vista quantitativo, la stima della durata di un evento sembra essere influenzata in modo sostanziale dal numero di mutamenti che occorrono nel corso della sua presentazione. In generale, la durata percepita per stimoli *veloci* è *sovrastimata* rispetto alla loro durata reale, mentre è *sottostimata* nel caso in cui i percetti si muovono *lentamente* e non sono soggetti a mutamenti significativi. Ciò significa che percetti più rapidi e mutevoli sembrano durare più a lungo rispetto a percetti lenti e relativamente stabili. Come è possibile tutto questo?

Dal punto di vista evolutivo, questa capacità di “rallentare il tempo” in presenza di stimoli rapidi potrebbe essersi sviluppata per ottimizzare la risposta individuale ad uno scenario ambientale continuamente cangiante e dunque imprevedibile. L'accelerazione dei processi di elaborazione connessi ai due atti costitutivi del commercio dinamico tra organismo e ambiente, vale a dire la difesa e l'attacco,

³⁵ Ad esempio, un intervallo di 1 secondo, la cui durata sia ritenuta essere 1,2 secondi, sarà *sovrastimato*, mentre sarà *sottostimato* se i soggetti crederanno che la sua durata sia stata di 0,8 secondi.

³⁶ Cfr. Terao *et al.* (2008).

potrebbe così aver contribuito a generare modalità di percezione temporale dipendenti almeno in parte dalla quantità di eventi cui l'individuo si trova a dover far fronte, nonché dalla loro velocità di movimento rispetto all'osservatore.

2.2. Durata percepita in relazione alla frequenza temporale del target visivo

Più che il movimento in sé considerato, sarebbe la *frequenza temporale* propria degli stimoli, ossia la quantità di stimoli presentati in un determinato intervallo a generare la compressione o la dilatazione della durata percepita per esso³⁷. Applicando un paradigma esplicativo, in base al quale la temporalità vissuta sarebbe generata da un meccanismo interno di misurazione del tempo strutturato come un vero e proprio “orologio”, sembra che ad agire da “orologio interno” nella percezione temporale sia in primo luogo la frequenza temporale, i cui effetti mostrano di essere imparagonabilmente superiori a quelli che scaturiscono da altre variabili, come la velocità o la consistenza del mutamento in generale.

Vedremo più in dettaglio in che cosa consista l'ipotesi che fa riferimento al cosiddetto “orologio interno”. Per ora, basti dire che il modello ci lascia forse con maggiori interrogativi di quanti ne riesca a colmare. Infatti, che ne è del tempo, posto che esso viene identificato con uno strumento – l'orologio interno – che è appunto soltanto un “mezzo” per la misura del tempo medesimo? È davvero innocuo risolvere la questione della percezione temporale introducendo un orologio “soggettivo” caratterizzato dalle stesse proprietà di un orologio ordinario? L'orologio è ciò “con cui” misuro la frequenza del presentarsi di determinati stimoli; esso è dunque il “misurante”, mentre la frequenza è il “misurato”. Dov'è il tempo? Non sembra forse stare alle spalle tanto del misurante (congegnato *per* misurare il tempo) quanto del misurato (la frequenza è una proprietà o un *modo* caratterizzante del tempo)?

Considerando l'influenza che questi altri fattori giocano nella stima della durata, pur nella loro problematicità questi studi hanno condotto a passi importanti nella classificazione gerarchica dei fattori

³⁷ Cfr. Kanai & Watanabe (2006).

che influenzano i processi di temporalizzazione dell'esperienza. E ciò, si noti, senza perdere mai di vista la relazione dinamica che tali fattori intrattengono con la soggettività, ma riconoscendo anzi in quest'ultima un potere "temporalizzante" prepotente e in parte indipendente dai mutamenti che occorrono nel mondo esterno.

Consapevoli di come la percezione del tempo sia il risultato di un'orchestrazione poliedrica di processi cognitivi, sono gli stessi neuroscienziati ad affermare, ad esempio, che "siamo in grado di stimare la durata di uno stimolo che non coinvolge alcun mutamento"³⁸, quasi che potessimo giudicare il tempo "in se stesso". È stato anzi trovato che la durata può essere stimata anche in totale assenza di eventi percettivi. Cosa significa tutto questo? Significa che la percezione temporale sembra sussistere anche senza che vi sia alcun oggetto temporale nell'orizzonte percettivo.

Ma non avevamo detto che il tempo è coglibile solo come proprietà di entità in divenire? Come è possibile percepire il tempo in assenza di oggetti temporali? Il tempo *si dice in molti modi*. Il tempo degli orologi non è il tempo vissuto, il tempo di una sfera che rotola non coincide con la nozione astratta di tempo, e così via. Il tempo è sì una proprietà (misurabile) degli oggetti temporali, ma una proprietà peculiare. Il fatto che possiamo "percepire" il tempo anche in assenza di mutamenti ambientali significa che il tempo è già presente in noi prioritariamente alla presenza di tali oggetti.

Eppure, tale "percezione" non è una percezione come le altre, ossia non è contenuta nella coscienza empirica di "qualcosa", ma è bensì la *forma* attraverso cui i rapporti di tale rappresentazione vengono *ordinati* nella coscienza. Altrimenti, come sarebbe possibile per noi averne una nozione? In altre parole, come potrebbe il tempo appartenere oggettivamente alle cose, e allo stesso tempo lasciarsi "vedere" nella sua invisibilità? O non bisogna forse ammettere che il tempo non è nulla che si possa "percepire" in senso proprio, bensì ciò che "determina il rapporto delle rappresentazioni nel nostro stato interno"³⁹?

Riferita al coglimento di ciò che si dà nel tempo, la percezione rimanda sempre a una modificazione del tempo come *forma* del disporre le intuizioni in un rapporto che ha la struttura dell'uno-dopo-l'altro. In

³⁸ Ivi, p. 1429.

³⁹ Kant (2004), p. 135.

questo disporre è già in atto una capacità sintetica che andrà trovata a tutti i livelli dell'elaborazione percettiva, se è vero che l'esperienza è la sintesi delle percezioni in un tutto unico e coerente che, dal livello delle sensazioni atomiche, si estende “verso l'alto” fino ai processi più complessi del pensiero autocosciente.

2.3. Durata percepita in relazione all'accelerazione del target visivo

Nei paragrafi precedenti, abbiamo visto come sia stata ampiamente confermata l'idea secondo cui la stima di un intervallo temporale riflette la quantità di mutamenti che avvengono entro un determinato intervallo⁴⁰, e come, mantenendo costante il numero di mutamenti che occorrono entro un dato intervallo, a determinare la durata percepita sia essenzialmente il tasso di accelerazione degli stimoli presentati in esso. Anche qui, la stima della durata percepita sembra dipendere da un'equazione i cui termini sono già rappresentati come *temporali*. L'accelerazione, infatti, indica la variazione di velocità rispetto al tempo, dove la velocità è già il risultato del rapporto tra il fattore spaziale e quello temporale⁴¹.

Ora, vi sarebbe un “effetto illusionistico”⁴², per cui la durata apparente di un evento sensoriale appare influenzata dal modo in cui un numero costante di mutamenti compare nel tempo e, precisamente, dall'accelerazione. Se fossimo chiamati a stimare la durata di sequenze di stimoli stazionari che, di volta in volta, accelerano o decelerano, la durata di questi stimoli, pur caratterizzati dallo stesso numero di mutamenti visivi, sarebbe giudicata in maniera diversa a seconda che

⁴⁰ Cfr. Bruno *et al.* (2012).

⁴¹ A differenza della velocità, che, com'è noto, viene espressa nel rapporto tra lo *spazio* percorso e il *tempo* impiegato da un corpo in movimento ($v = s/t$), la frequenza e l'accelerazione rappresentano variazioni rispetto a termini che includono intrinsecamente la componente temporale. La frequenza ($f = 1/T$) esprime infatti il rapporto tra l'unità di tempo e il numero di mutamenti (costanti) al suo interno: tali mutamenti non sono a loro volta esprimibili che facendo ricorso al tempo, mentre lo spazio sembra intervenire solo indirettamente e in modo implicito (dal punto di vista fisico, naturalmente, ogni mutamento avviene nel tempo e nello spazio).

⁴² Cfr. Binetti *et al.* (2012).

essi accelerino o decelerino. Questo effetto, chiamato “illusione dell’anisocronia” (“*Aniso-Time-Illusion*”), ha condotto a concludere che, oltre che dalla quantità globale di mutamenti cui sono soggetti, la durata percepita per stimoli dinamici di tipo visivo è influenzata anche dalle modalità spazio-temporali in cui essi *evolvono* in termini di moto.

2.4. Costanza della percezione temporale al variare della distanza dall’osservatore

Nella vita quotidiana, ci capita normalmente di calcolare diversamente, ad esempio, il tempo di avvicinamento di un’auto a seconda che se essa sia visibile in lontananza o che sia invece in procinto di raggiungere le strisce pedonali che stiamo attraversando. Sulla base di alcune considerazioni sulla percezione spaziale e temporale di oggetti in movimento a distanze e traiettorie angolari variabili, si può rinvenire una forma di *costanza temporale* (*time constancy*) nella percezione degli eventi nel nostro mondo-ambiente a tre dimensioni. In particolare, è possibile mostrare che *la durata percepita si espande*, ossia viene percepita come più estesa, *man mano che lo stimolo visivo si allontana dall’osservatore*⁴³.

La soggettività sarebbe in possesso di un meccanismo universale, che le consentirebbe dunque di cogliere le proprietà temporali dei percetti *indipendentemente dalla loro distanza*. Che tale meccanismo sia indice della “costanza temporale” di cui parlano gli neuroscienziati, sembra del tutto plausibile, e tuttavia, finché non ci sarà chiaro *come* tale meccanismo operi, non ci sarà nemmeno possibile decretare un giudizio definitivo relativamente al valore di questa ipotesi empirica.

⁴³ “L’estensione spaziale percepita per un’estensione retinica costante [ossia per una lunghezza o una superficie percepite in modo stabile in una porzione della retina] aumenta con la sua distanza percepita dall’osservatore. La durata percepita di un oggetto in movimento aumenta in conformità con la traiettoria angolare che ricopre. Conseguentemente, la durata percepita per oggetti in movimento che coprono traiettorie angolari identiche dovrebbe parimenti aumentare con la distanza. [...] Poiché, nel mondo tridimensionale, le grandezze degli oggetti e le traiettorie coperte per unità di tempo diminuiscono con la distanza, e poiché i due fattori conducono a effetti opposti nella durata percepita, i risultati suggeriscono una forma di costanza del tempo (*time constancy*) in un mondo tridimensionale”: Gorea & Hau (2013), p. 1477.

2.5. Durata percepita per una successione di stimoli identici

Ad influenzare la stima della durata percepita non sono solo le *proprietà* degli stimoli (come la visibilità, la velocità, la quantità di mutamenti, la frequenza temporale e l'accelerazione), ma anche il *modo* di presentazione di una *successione* di intervalli. È noto che, data una successione di intervalli, tutti della medesima durata, il primo e l'ultimo vengono percepiti come più lunghi rispetto agli altri, e che tale espansione interessa in misura maggiore il primo intervallo della serie. L'effetto è dovuto alla presentazione improvvisa dello stimolo che marca il primo intervallo, il quale viene solitamente seguito da una serie stazionaria di intervalli identici (ossia della medesima durata)⁴⁴. Ad esempio, la durata del primo e del quarto di quattro quadrati presentati consecutivamente viene percepita come più lunga rispetto alla durata dei quadrati intermedi⁴⁵.

2.6. Stima della durata in relazione alla modalità sensoriale dei marcatori temporali

La durata percepita è influenzata anche dalla *modalità sensoriale* degli stimoli che marcano l'intervallo percepito⁴⁶. Vi sono differenze sostanziali relativamente al modo, ad esempio, in cui diversi tipi di marcatori temporali visivi influenzano la nostra percezione del tempo⁴⁷.

Il cosiddetto “effetto del ventriloquo” (*the “ventriloquist effect”*) si basa sul fatto che, nella localizzazione spaziale, la visione predomina generalmente rispetto all'udito, come attestano i risultati sull'integrazione dei segnali visivi e uditivi⁴⁸. Nel suo significato originario, il ventriloquismo si riferisce alla proiezione di un suono su un fantoccio, in modo da far sembrare che sia questi a produrlo. Più recentemente, però, tale nozione è stata nutrita di un più ampio

⁴⁴ Cfr. Kanai & Watanabe (2006).

⁴⁵ Cfr. Rose & Summers (1995).

⁴⁶ I marcatori visivi sono generalmente costituiti da *flash* luminosi, mentre i marcatori uditivi sono suoni di altezza e intensità variabile.

⁴⁷ Cfr. Kanai & Watanabe (2006).

⁴⁸ Cfr. Alais & Burr (2004).

significato, che include ad esempio l'effetto per cui, in particolari circostanze, la visione mostra di "catturare" l'udito. È noto che, nel caso in cui lo spazio sia chiaramente visibile, la modalità sensoriale della vista predomina sull'udito; in caso contrario, tuttavia, è quest'ultimo a ricostruire lo spazio visivo.

Ciò che interessa maggiormente per la presente ricerca è che, per quanto riguarda la loro localizzazione *temporale*, gli stimoli uditivi mostrano spesso di "catturare" gli stimoli visivi, in quello che ha preso il nome di "ventriloquismo temporale" ("*temporal ventriloquism*"). Nell'ambito degli studi sul *timing* percepito per gli stimoli audio-visivi, la modalità uditiva mostra dunque di essere quella dominante: in una parola, nella percezione temporale l'udito sembra essere predominante rispetto alla vista⁴⁹. Qual è il rapporto tra le diverse modalità sensoriali e la stima della durata?

In generale, la stima di un intervallo risulta più accurata se gli stimoli che ne delimitano l'inizio e la fine *appartengono alla stessa modalità sensoriale* – quando, ad esempio, sono entrambi stimoli visivi o entrambi stimoli uditivi. Oltre al fatto che "il tipo di stimoli che marcano l'inizio di un intervallo gioca un ruolo critico nella percezione del tempo"⁵⁰, sembra che l'espansione della durata percepita per il primo intervallo in una serie di intervalli identici sia dovuta ad un meccanismo di "addizione" di una quantità definita di tempo all'intervallo stesso, più che a un suo ridimensionamento globale proporzionale alla sua durata complessiva.

L'espansione del tempo percepito per il primo di una serie di intervalli della stessa durata sembra dunque rimanere costante a prescindere dalla durata effettiva dell'intervallo presentato, in un modo che varia a seconda che a marcarne l'inizio sia la comparsa di un nuovo oggetto sulla scena visiva oppure l'inizio del movimento di uno stimolo già presente. In entrambe le condizioni, il primo intervallo è percepito

⁴⁹ Cfr. Burr *et al.* (2009). Anche una *presentazione prolungata* degli stimoli che rappresentano i marcatori temporali sembra giocare un ruolo decisivo nella percezione della durata. Nella percezione uditiva, ad esempio, la stima della durata è migliore se l'inizio e la fine di un intervallo sono marcati da stimoli brevi (inferiori ai 150 msec), mentre risulta di qualità più scarsa quando i marcatori temporali durano più a lungo (più di 225 msec).

⁵⁰ Ivi, p. 1115.

come più lungo dei successivi, anche se l'effetto è molto maggiore nel primo caso rispetto al secondo.

Per quanto riguarda l'impatto che la distanza temporale tra marcatori tattili può avere sulla durata percepita per brevi intervalli di tempo, è interessante rilevare come intervalli marcati *su mani diverse* siano *percepiti come più lunghi* rispetto a quelli marcati sulla stessa mano (destra o sinistra, non fa differenza)⁵¹. Gli intervalli marcati da stimoli applicati su una stessa mano sono inoltre discriminati meglio, dal punto di vista temporale, rispetto a quelli marcati su ciascuna mano.

2.7. Ancora sulla “spazialità” della percezione temporale

La compressione della durata percepita è in stretta relazione con la cornice spaziale entro cui uno stimolo viene presentato. Uno dei risultati più interessanti riguarda il modo in cui la durata percepita viene influenzata dal *verso* in cui i percetti vengono presentati all'osservatore: a questo riguardo, è oltremodo interessante rilevare che la durata percepita per sequenze di stimoli presentati da sinistra a destra è maggiore rispetto alle sequenze che vanno da destra a sinistra⁵².

In particolare, un orientamento dell'attenzione spaziale verso destra genera un'espansione della durata percepita per gli intervalli temporali, mentre un orientamento verso sinistra ne genera una compressione. Ciò significa che l'elaborazione *temporale* è associata a una rappresentazione *spaziale* che si estende da sinistra a destra (intervalli di breve e lunga durata, rispettivamente)⁵³. Questi risultati evidenziano non solo come gli intervalli temporali siano influenzati da una rappresentazione orizzontale dello spazio visivo, ma anche, più in generale, come l'elaborazione temporale venga modificata da variazioni nell'attenzione spaziale. Sembra dunque sussistere un'interazione funzionale tra l'attenzione spaziale e i meccanismi preposti all'elaborazione temporale, tanto che c'è chi afferma “che l'attenzione spaziale può essere la matrice che connette tempo e spazio in un *sistema*

⁵¹ Cfr. Grondin *et al.* (2011).

⁵² Cfr. Grondin (1998).

⁵³ Cfr. Frassinetti *et al.* (2009).

*generalizzato di grandezza*⁵⁴.

2.8. “Località” e “selettività” della percezione della durata

La stima soggettiva della durata può essere modificata manipolando specifiche regioni dello spazio visivo in grado di adattarsi a moti oscillatori o a stimoli luminosi intermittenti⁵⁵. Questo sembra indicare che almeno regioni visive spazialmente localizzabili sono coinvolte con regolarità nella percezione della durata di eventi visivi.

L'esistenza di localizzazioni specifiche che, nel sistema nervoso, sembrano connesse ai meccanismi temporali preposti alla percezione della durata è stata trovata e confermata da studi⁵⁶, in cui la percezione soggettiva della durata, che si dilata nel caso di stimoli post-saccadici, non mostra tuttavia di subire alcuna dilatazione nel caso di un obiettivo saccadico posizionato a metà strada tra il punto inizialmente fissato e quello seguente – cosa che invece avviene quando la saccade colpisce direttamente il *target* saccadico. Sembra dunque che, alla base del fenomeno della dilatazione temporale della durata percepita, vi sia anche un meccanismo locale e relativo a oggetti ben determinati, il quale potrebbe essere generato dagli spostamenti attenzionali connessi ai movimenti oculari.

Ad esempio, un punto luminoso presentato due volte nella stessa posizione può essere percepito in due posizioni diverse se la seconda presentazione avviene appena prima della saccade. L'errore si verifica solo se c'è un effettivo movimento saccadico e non, ad esempio, se i due stimoli luminosi sono separati da un intervallo buio, in cui non si verifica alcun movimento oculare. Ciò significa che, “se uno stimolo costante rimane visibile in modo continuo, non vi è alcun

⁵⁴ Ivi, p. 949. La rilevanza del fattore spaziale nella compressione della durata percepita si manifesta nella specificità del fenomeno relativamente a una determinata porzione del campo visivo. La soppressione saccadica, ossia l'oscuramento del percepito in fase di movimento oculare, è infatti selettiva per configurazioni modulate nel grado di illuminazione a basse frequenze spaziali, mentre le configurazioni ad alte frequenze spaziali e configurazioni equiluminose (modulate solo nel colore) a tutte le frequenze spaziali non sono sopresse, bensì rafforzate durante le saccadi: cfr. Burr *et al.* (1994).

⁵⁵ Cfr. Johnston *et al.* (2006).

⁵⁶ Cfr. Georg & Lappe (2007).

aggiornamento della rappresentazione interna della posizione dell'occhio assunta per localizzare lo stimolo”⁵⁷. Sebbene siano stati identificati alcuni meccanismi che creano con grande rapidità una rappresentazione spaziotopica, rimane tuttavia da comprendere come questa interagisca con gli altri meccanismi altrettanto spaziotopici⁵⁸.

D'altra parte, l'ipotesi appena presentata si scontra con la visione di quanti ritengono che, “almeno per brevi intervalli, il tempo potrebbe non essere codificato esplicitamente come una metrica, ma come una configurazione spazio-temporale all'interno di una rete di neuroni distribuita”⁵⁹. Ciò indicherebbe che il tempo non è una variabile indipendente, utilizzata per dare la misura a specifici eventi sensoriali, ma scaturirebbe dalla stessa attività neurale, conservando di questa la conformazione variabile e distribuita. In altri termini, l'intervallo tra due eventi non sarebbe configurato in mappe neurali specificamente adeguate a questo scopo, ma farebbe uso degli stessi meccanismi coinvolti nella decodifica delle rappresentazioni corticali delle immagini spaziali. In breve, al contrario dell'ipotesi di chi sostiene l'esistenza di meccanismi locali e specializzati, preposti alla percezione della durata, qui si ritiene che non vi sia alcuna “facoltà” precipuamente preposta alla codifica dell'informazione temporale⁶⁰.

2.9. Effetto *tau*, effetto *kappa*, effetto *Frölich*

Abbiamo visto come il riferimento all'intreccio spazio-temporale sia di casa nella letteratura sulla percezione temporale. Tra gli esempi più interessanti, che non abbiamo ancora esposto, vi sono fenomeni assai noti, come l'effetto *tau* e l'effetto *kappa*. Il primo si manifesta quando la distanza *spaziale* percepita per stimoli presentati in successione mostra di dipendere dalla distanza *temporale* (durata) che li separa. Ad esempio, è noto che, se l'intervallo di tempo che separa il

⁵⁷ Schlag & Schlag-Rey (1995), p. 2347. Cfr. anche Schlag & Schlag-Rey (2010): lo studio esplora la situazione in cui un soggetto deve orientare lo sguardo verso uno stimolo presentato intorno al tempo di insorgenza della saccade. I risultati mostrano che l'iEPS (*internal eye position signal*, il segnale della posizione interna dell'occhio) appare distorto rispetto al segnale dell'errore retinico (*retinal error signal*).

⁵⁸ Cfr. Burr & Morrone (2010).

⁵⁹ Burr & Morrone (2006), p. R172.

⁶⁰ Per ulteriori dettagli si veda ancora Burr & Morrone (2006).

primo e il secondo di tre stimoli consecutivi è più corto di quello che separa il secondo dal terzo, allora anche lo spazio tra il primo e il secondo stimolo sembrerà più corto di quello che separa il secondo dal terzo. Più grande è la differenza tra gli intervalli temporali che separa diversi stimoli, più cospicua è anche la distanza spaziale percepita tra essi.

Negli anni '30 del secolo scorso, questo fenomeno fu denominato “effetto *tau*”, per distinguerlo sistematicamente da altre forme “illusorie” della stima del tempo dovute a errori contingenti nel giudizio o ad effetti ascrivibili all’attenzione⁶¹. Complementare all’effetto *tau* è l’effetto *kappa*, in cui, viceversa, l’intervallo *temporale* percepito tra due stimoli dipende dalla distanza *spaziale* tra questi⁶²: più grande è la distanza spaziale tra due percetti, più estesa sarà la durata percepita tra il primo e il secondo. Accanto ai casi in cui la stima temporale mostra di essere influenzata dalle proprietà degli stimoli o dal modo in cui questi vengono presentati, la maggior parte dei fenomeni più stravaganti e singolari della percezione temporale avviene tuttavia intorno all’insorgenza dei movimenti oculari, che analizzeremo nel prossimo paragrafo.

3. Distorsioni dello spazio nel corso delle saccadi

3.1. Soppressione saccadica dello spazio visivo al tempo di insorgenza delle saccadi

Al livello neuronale, l’esperienza visiva è continuamente interrotta da momenti di cecità dovuti alle saccadi, i rapidissimi movimenti oculari che accompagnano l’esplorazione dinamica della scena visiva. A differenza di quanto avviene durante le stasi oculari, in cui l’informazione saliente relativa allo spazio circostante è accolta ed elaborata nel sistema visivo, i movimenti saccadici sono invece associati a un meccanismo di inibizione, a motivo del quale l’elaborazione cosciente degli stimoli luminosi viene sistematicamente interrotta. È a questo effetto di interruzione sistematica dell’elaborazione degli stimoli visivi che ci si riferisce quando si parla di “soppressione saccadica”.

⁶¹ Cfr. Helson (1931).

⁶² Cfr. Cohen (1946).

Confinati al di fuori del cerchio di luce entro cui il mondo si presenta alla coscienza, gli intervalli di cecità dovuti ai movimenti saccadici introducono nell'esperienza visiva una serie di “vuoti” di cui non siamo minimamente consapevoli – proprio come non ci rendiamo conto che la continuità e il movimento percepiti in un filmato televisivo sono in realtà il prodotto, che emerge a coscienza a partire da processi inconsci, della percezione semi-coscienza di una serie di immagini statiche e prive di mutamenti⁶³.

Quando diciamo che i movimenti oculari si attuano *inconsapevolmente*, non intendiamo punto che le saccadi siano *involontarie*, ma solo che il soggetto non è consapevole della loro volontarietà o involontarietà. La maggior parte dell'attività oculare registrata in laboratorio, infatti, è non solo volontaria, ma anche premeditata, in quanto si attiene alle istruzioni recepite dal soggetto da parte degli sperimentatori. A differenza di quanto avviene in sede cinematografica, in cui la continuità percettiva è ricreata *ad hoc* – data l'impossibilità (almeno per la tecnologia odierna) di riprodurre il movimento quale si dà nella realtà –, la discontinuità visiva dovuta ai movimenti saccadici costituisce invece una condizione fisiologica non solo ineliminabile, ma anche essenziale al cogliimento percettivo degli stimoli visivi.

Gli effetti di “oscuramento” prodotti dalla soppressione saccadica sono forse l'esempio più eclatante di come l'evidenza fenomenologica, in cui la continuità e la stabilità della percezione visiva caratterizzano sostanzialmente la rappresentazione unificata del mondo, possa trovarsi in conflitto con l'evidenza scientifica, che mostra invece come l'elaborazione dei percetti visivi sia compiuta a partire da una ricettività sensoriale intermittente e discontinua. Si potrebbe pensare che, se avessimo coscienza dei soli impulsi visivi inviati ai centri dell'elaborazione visiva nel corso delle stasi oculari, il mondo ci apparirebbe – se il paragone mi è concesso – come apparirebbe al fisico quella che chiamiamo comunemente “materia”: un spazio quasi

⁶³ Oltre alle saccadi, tra i movimenti oculari volontari troviamo anche i “movimenti di vergenza”, che consentono la convergenza dei due occhi su un unico punto, e il “movimento di inseguimento lento”, il quale ci consente di seguire con lo sguardo un oggetto in movimento al di sotto di una certa soglia di velocità, in modo tale da apprezzarne i dettagli e di anticiparne la traiettoria. I movimenti oculari involontari sono invece connessi perlopiù all'aggiornamento delle immagini in movimento relativamente agli spostamenti della testa nello spazio.

totalmente vuoto, interrotto solo in infima parte dalla massa materica (racchiusa perlopiù nel nucleo atomico) che ci si offre al livello macroscopico⁶⁴.

3.2. Compressione dello spazio e dislocazione di percetti visivi presentati intorno al tempo di insorgenza delle saccadi

Singoli *target* visivi, presentati brevemente nello spazio, sono soggetti ad errori di localizzazione non solo nel corso le saccadi, ma anche appena prima l'inizio di ogni movimento oculare⁶⁵. L'errore compare infatti fino a 100 msec prima che il movimento oculare si verifichi, ma raggiunge il picco massimo appena prima dell'insorgere del movimento saccadico (l'ampiezza dell'errore dipende dalla posizione dello stimolo nel campo visivo). Inoltre, quando gli stimoli vengono presentati appena prima o subito dopo l'inizio del movimento oculare, si verifica una compressione dello spazio che essi occupano. In altre parole, quando il *focus* visivo si sposta su un oggetto, la cui comparsa avvenga appena prima dell'insorgenza di un movimento oculare, ciò che avviene è una *dislocazione* delle coordinate spaziali dell'oggetto stesso.

3.3. “Integrazione” e “separazione” degli stimoli al tempo di insorgenza delle saccadi

Quando spostiamo gli occhi da una posizione dello spazio visivo a quella successiva, il flusso dell'elaborazione visiva consente al cervello di combinare informazioni provenienti da diverse “istantanee”, in modo tale che la narrazione abbia ad oggetto un evento continuo. Il dislocamento percepito per brevi stimoli peri-saccadici (ossia per stimoli presentati appena dopo l'insorgenza delle saccadi) non è un mero epifenomeno, né un evento che si verifichi sporadicamente, ma è bensì

⁶⁴ Naturalmente, si tratta solo di un'analogia, dal momento che il vuoto rappresenta il 99,9 % dell'intera massa atomica, mentre le saccadi non arrivano a tanto, essendo movimenti semi-istantanei che occorrono 3-4 volte al secondo, con latenze (cioè con intervalli tra la comparsa del *target* saccadico e l'inizio della saccade) variabili, della durata di poche centinaia di millisecondi.

⁶⁵ Cfr. Morrone *et al.* (1997).

massimamente reale, nella misura in cui influenza sistematicamente la discriminazione degli stimoli nelle condizioni di demascheramento⁶⁶.

L'indagine su come il cervello umano elabori le informazioni nel corso delle saccadi fa largo uso della tecnica del mascheramento retroattivo, che consiste nella presentazione di un primo stimolo e, immediatamente dopo, di un secondo stimolo, il quale è in grado di eliminare o impedire la piena consapevolezza visiva del primo. Nel mascheramento classico, utilizzato in laboratorio, ai volontari viene normalmente chiesto di non muovere gli occhi. Cosa accade se ai volontari viene invece chiesto di eseguire movimenti saccadici proprio nel brevissimo intervallo tra le apparizioni di questi due stimoli?

Il risultato è sorprendente: i due stimoli vengono percepiti o come sovrapposti, in un fenomeno chiamato "integrazione", o separati, in un processo detto "separazione", e ciò a seconda dell'istante in cui gli stimoli appaiono rispetto al movimento oculare in corso. Nel caso della separazione, le informazioni relative al primo stimolo entrano nella consapevolezza visiva, dove esso viene percepito come spazialmente separato rispetto al secondo. Nel caso dell'integrazione, il primo stimolo viene invece "mascherato", in quanto il secondo stimolo è percepito come sovrapposto al primo, anche se in realtà vengono presentati in due punti molto distanti della retina (prima e dopo il movimento oculare)⁶⁷.

È importante sottolineare che l'informazione su entrambi gli stimoli è comunque in nostro possesso, sia quando, all'occorrere dell'integrazione, la coscienza del primo stimolo è soppressa, sia, naturalmente, in presenza di separazione, dove entrambi gli stimoli emergono a coscienza. Questo secondo fenomeno si verifica quando ci troviamo temporalmente a ridosso della saccade: è come se improvvisamente stesse accadendo qualcosa di "strano" nel mondo intorno a noi e, per non perdere l'informazione sul nuovo oggetto sopraggiunto, modificassimo la localizzazione di uno degli stimoli visivi, distorcendone la localizzazione spaziale.

Il risultato finale è una percezione non più di uno, ma di due

⁶⁶ Il demascheramento avviene ogniqualvolta uno stimolo "mascherato" a causa della soppressione saccadica viene riportato alla luce ed elaborato come se il mascheramento non fosse avvenuto: cfr. De Pisapia *et al.* (2010). Lo studio è ampiamente esposto anche in Burr & Morrone (2010).

⁶⁷ De Pisapia *et al.* (2010), p. 613.

oggetti diversi, i quali, è bene ribadirlo, sono entrambi presenti di fronte al soggetto (in altri termini, non è lo stesso stimolo che si sdoppia). Si tratta di un processo assai complesso quanto breve, che avviene nell'arco di pochi millisecondi: è sorprendente come, in questo breve frangente, possa attuarsi un meccanismo che conduce al posizionamento "scorretto" dell'oggetto o, come è stato affermato⁶⁸, ad una sorta di "errore percettivo", grazie al quale soltanto però la percezione di entrambi gli oggetti è possibile. In breve, il cervello sembra "sapere" quando la perdita di accuratezza relativamente alla posizione dell'oggetto vale il guadagno consistente nell'accesso alla coscienza delle informazioni relative all'esistenza oggettiva.

4. Rimappaggio predittivo e anticipazione corticale delle coordinate spaziali del_target saccadico

4.1. Rimappaggio dei campi recettivi intorno al tempo di insorgenza delle saccadi

Come accade che l'informazione raccolta successivamente nel corso delle saccadi sia integrata in un'esperienza unica e coerente? Il meccanismo che abbiamo appena esposto è stato assunto come un fattore fondamentale nella spiegazione del mantenimento della continuità visiva attraverso il costante mutamento delle coordinate retiniche degli oggetti percepiti. La dislocazione dei percetti intorno al tempo di insorgenza delle saccadi sarebbe un'evidenza del fatto che, in tale frangente, viene attuato un processo di rimappaggio dei campi recettivi visivi, nel corso del quale l'informazione presaccadica verrebbe coordinata all'informazione postsaccadica. In ordine al mantenimento della stabilità visiva il cervello "ricalcolerebbe" costantemente le coordinate di ogni nuovo stimolo, inserito in una scena ambientale in costante mutamento. Tale spiegazione fa perno su un processo secondo cui, come vedremo nel prossimo paragrafo, "la corteccia parietale anticipa le conseguenze retiniche dei movimenti oculari e aggiorna le coordinate retiniche degli stimoli ricordati per generare una rappresentazione continua e accurata dello spazio visivo"⁶⁹.

⁶⁸ Cfr. *ivi*.

⁶⁹ Duhamel *et al.* (1992), p. 90.

La correlazione temporale fra l'attività di ricezione degli stimoli sulla retina, i movimenti oculari, e la rappresentazione corticale delle immagini visive ha reso possibile identificare, nel sistema visivo, un meccanismo che sembra correlarsi specificamente al mantenimento di rappresentazioni stabili e permanenti di oggetti spaziali. Il fatto, ben noto, che cogliamo sempre “in ritardo” ciò che accade nel mondo, in misura proporzionale alla distanza che ci separa dagli eventi, è un fenomeno attestato sin dal livello macroscopico della fisica cosmologica, prima ancora che dalla fisiologia, nella quale, tuttavia, i tempi di reazione sono così esigui da permetterci di ritenere che la nostra percezione si effettui con buona approssimazione “in tempo reale”.

Ciò che avviene per l'osservazione di galassie lontane dal sistema solare, la cui distanza ci consente di conoscerne gli avvenimenti con un ritardo di diversi anni e, talora, addirittura secoli-luce, avviene anche, su scala microscopica, nel caso dell'elaborazione dei segnali provenienti da punti dello spazio prossimi al nostro corpo. Con la sola differenza che, in questi casi, il ritardo da colmare non è dovuto solo al tempo che, ad esempio, gli stimoli luminosi impiegano per raggiungere la retina – ritardo che, per distanze tanto ridotte, è quasi del tutto trascurabile. Il nostro stesso sistema di acquisizione sensoriale degli stimoli ambientali, infatti, funziona in modo tale che, prima di poter accedere ai livelli di elaborazione di ordine più elevato, gli *input* ambientali devono passare attraverso vie di elaborazione che li trattengono per tempi variabili, e ciò a seconda della modalità sensoriale impiegata, del contenuto della percezione sensoriale, e così via.

Ogni movimento saccadico comporta uno spostamento dell'immagine sulla retina, il quale si accompagna a uno spostamento del campo recettivo dei neuroni visivi. Tale spostamento, inteso a coprire sempre nuove regioni del campo visivo, è legato ad un'opera di “rimappaggio” delle coordinate dell'*input* ambientale, il quale è costantemente trasposto, nella retina, dalla posizione che occupa nel corso della fissazione iniziale a quella che occupa nel corso delle fissazioni successive.

Gran parte dei neuroni visivi mostra di attivarsi in corrispondenza della presentazione di stimoli luminosi che cadono entro i rispettivi campi recettivi, i quali sono in costante mutamento e permettono di elaborare immagini sempre aggiornate dello spazio circostante. A ciascun neurone visivo corrisponde un campo recettivo, il

quale a sua volta è connesso alla regione di spazio visivo entro cui lo stimolo deve essere presentato affinché il neurone esibisca una risposta registrabile. In particolare, i neuroni della corteccia laterale intraparietale (LIP) si caratterizzano per il fatto di possedere campi recettivi “retinocentrici”, in cui vengono codificati segnali visivi e mnemonico-visivi, ossia connessi alla memoria visiva. In breve, nell’area LIP ciascun neurone codifica lo stimolo visivo solo se questo si presenta entro una specifica localizzazione retinica.

Data la comprensione comune del cervello come un sistema di elaborazione, a livelli sempre più complessi, dei segnali ricevuti dai recettori sensoriali, che un neurone visivo si attivi quando uno stimolo visivo colpisce l’area retinica cui è connesso sembra un fatto piuttosto intuitivo e non bisognoso di ulteriori giustificazioni. Sembra parimenti fuor di dubbio che la ricezione di un segnale luminoso sulla retina preceda, dal punto di vista temporale, l’elaborazione corticale dell’*input* visivo e che, d’altra parte, la ricezione retinica del segnale luminoso avvenga successivamente al “posarsi” dello sguardo su una certa regione dello spazio.

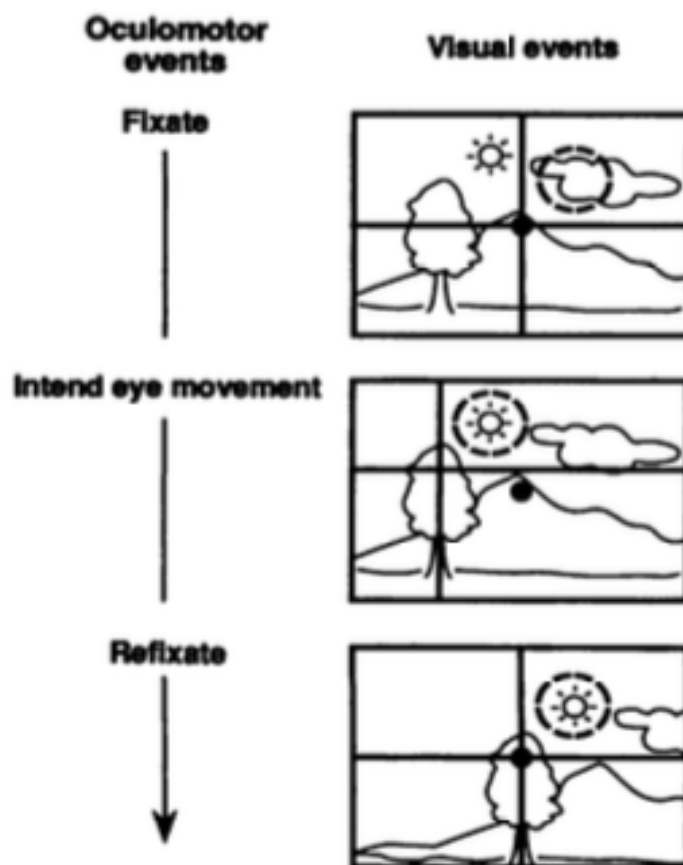
A dispetto di ciò che il senso comune ci induce a pensare, questo meccanismo non è in realtà né l’unico né quello fondamentale in sede di costituzione percettiva dell’esperienza visiva. Come vedremo ora, occorre infatti riconoscere l’esistenza di meccanismi che rendono possibile l’aggiornamento continuo della posizione degli oggetti entro il campo visivo grazie alla loro capacità di “anticipare”, sotto particolari circostanze, la localizzazione retinica degli *input* visivi. In modo funzionale all’aggiornamento delle immagini che si susseguono sulla retina, alcuni neuroni visivi dell’area LIP mostrano infatti di rispondere in modo predittivo alla percezione di stimoli visivi che *solo successivamente* entreranno nel *focus* retinico⁷⁰. *In concreto*, la predittività dei neuroni LIP – la quale, si badi bene, non riguarda immagini, bensì campi recettivi – si manifesta attraverso un’opera di “rimappaggio” che, per così dire, coglie l’annunciarsi dello stimolo luminoso quando questo è ancora lungi dall’impressionare i recettori retinici.

È di enorme importanza notare come ciò si verifichi solo in presenza di movimenti oculari *volontari*. Anticipando infatti le coordinate

⁷⁰ La scoperta si è basata sull’osservazione del comportamento dei neuroni dell’area laterale intraparietale (LIP) nelle scimmie, ma è del tutto plausibile attendersi che un meccanismo simile sia in atto anche nella corteccia umana.

del *target* di una fissazione che non ha ancora avuto luogo, l'area LIP "prepara" per così dire il cervello ad elaborare in modo repentino ed efficace le conseguenze retiniche delle sole saccadi intenzionali. In breve, spostandosi prima dei rispettivi movimenti oculari, la localizzazione dei campi recettivi di alcuni neuroni LIP consente di aggiornare "per tempo" la localizzazione retinica occupata dagli *input* di una serie di fissazioni volontarie. La volontarietà dei movimenti oculari sarebbe, in tale processo, un fattore determinante, cioè necessario (se sia anche sufficiente, non mi è chiaro), per il verificarsi del fenomeno.

L'immagine seguente⁷¹ espone chiaramente la non-simultaneità dell'insieme di eventi oculo-motori implicati: fissazione iniziale, movimento oculare intenzionale, e fissazione finale.



⁷¹ Cfr. Duhamel *et al.* (1992), p. 255.

Le tre diapositive ricostruiscono la sequenza di eventi implicati nel trasferimento dello sguardo di un osservatore dalla cima del monte alla punta dell'albero: il cerchio tratteggiato raffigura il campo recettivo di un neurone parietale, il punto nero rappresenta il punto dell'effettiva fissazione, mentre l'intersezione dei due assi perpendicolari corrisponde alle coordinate della rappresentazione corticale dell'immagine elaborata.

Come emerge dalla serie di immagini, la rappresentazione del percetto visivo, quale viene codificata nella corteccia parietale al variare dell'immagine sulla retina, non è concomitante al movimento saccadico, ma lo precede. Mentre il mutamento retinico dell'immagine visiva segue, com'è ovvio, il movimento oculare, lo spostamento del campo recettivo dei neuroni parietali precede invece la saccade, come se tale campo "conoscesse" in anticipo la localizzazione del *target* visivo che il movimento oculare andrà successivamente a colpire.

Intuitivamente, è vero che, nel corso di una fissazione stabile, la rappresentazione corticale del percetto visivo non muta. Nel caso di un movimento oculare intenzionale, tuttavia, *la rappresentazione corticale dell'immagine è soggetta a uno spostamento in cui essa abbandona le coordinate della fissazione iniziale* (nella figura: la cima del monte) *per acquisire quelle della fissazione successiva* (la nuvola). Ad iniziare il processo è, dunque, la rappresentazione corticale, con la quale il movimento oculare "si rimette al passo" solo in seguito. È in questo processo che consiste il "rimappaggio predittivo" dello stimolo, dalle coordinate della prima a quelle della seconda fissazione (rappresentate, rispettivamente, nel primo e nel terzo riquadro della sequenza di diapositive).

Il non allineamento del punto con l'intersezione dei segmenti perpendicolari, nella seconda immagine, mostra anche graficamente come il *focus* della fissazione "resti indietro" rispetto alla rappresentazione corticale del *target* visivo⁷². Inoltre, la stessa forma e

⁷² Dal punto di vista della funzionamento neurale, va notato che un neurone LIP risponde alla presentazione di uno stimolo entro il proprio campo recettivo con una latenza media di 70 msec. Durante la presentazione di uno stimolo entro il campo recettivo corrispondente al movimento oculare successivo, ci si dovrebbe dunque attendere che l'attività del neurone associato sia registrabile *almeno* 70 msec *dopo* che il movimento oculare sia avvenuto. Tale aspettazione viene tuttavia contraddetta, dal momento che la scarica del neurone LIP è registrabile ben 150 millisecondi *prima* di tale evento, ossia 80 millisecondi *prima* dell'inizio della saccade. È questa risposta prematura a confermare sperimentalmente l'anticipazione temporale del campo recettivo al movimento saccadico.

ampiezza dei campi recettivi sarebbe influenzata dall'opera di rimappaggio: nell'area LIP, infatti, i campi recettivi spaziali si espandono in modo da comprendere le posizioni retiniche dei percetti pre- e post-saccadici. Ad ogni singolo rimappaggio, infatti, la rappresentazione neuronale del campo visivo viene momentaneamente distorta, e causa probabilmente il dislocamento sistematico degli stimoli visivi presentati brevemente intorno al tempo di insorgenza della saccade. Sarebbe questo mutamento nelle risposte neuronali a generare un'estensione spazio-temporale del campo recettivo stesso.

4.2. L'anticipazione della localizzazione di stimoli trascorsi e presenti solo come tracce mnestiche visive

L'area LIP non è solo correlata alla capacità di anticipare le conseguenze retiniche dei movimenti oculari volontari, ma consente anche di aggiornare le coordinate retiniche di stimoli che sono presenti nel sistema nervoso solo in qualità di tracce mnestiche di tipo visivo. Quando, infatti, nel percorso di un movimento oculare, un brevissimo stimolo luminoso viene ricondotto entro il campo recettivo di un neurone LIP, quest'ultimo si attiva anche se, una volta terminata la saccade, lo stimolo non è più presente⁷³. Ciò significa che i neuroni LIP non accedono solo all'informazione visiva presente entro il campo recettivo della fissazione attualmente in corso, ma mostrano bensì di "tenere in considerazione" l'informazione relativa ad altre aree retiniche attive nel corso di saccadi intenzionali, sebbene queste non siano direttamente coinvolte nella fissazione presente. Una tale reazione rappresenterebbe "una risposta ad una traccia mnestica di tipo visivo, che viene rimappata in concomitanza di un movimento oculare"⁷⁴.

In ordine al mantenimento di una rappresentazione visiva dello spazio continuamente informata sul divenire dei fenomeni ambientali,

⁷³ "Nearly all LIP neurons discharge when a saccade brings the site of a flashed stimulus into the receptive field, even though the stimulus itself is no longer present. [...] The cell fires after the saccade has brought the location of the stimulus into the receptive field, even though the stimulus is gone. We interpret this discharge as the response to a visual memory trace that has been remapped in conjunction with the eye movement": Duhamel *et al.* (1992), p. 91.

⁷⁴ Ibid. Si calcola che l'ampiezza temporale della risposta neuronale alla traccia mnestica sia mediamente pari alla metà di quella relativa a uno stimolo ordinario.

anche la traccia mnestica di tipo visivo è codificata in un formato retinotopico, il quale viene aggiornato in corrispondenza di ogni movimento saccadico. Dal punto di vista della nostra ricerca, quest'ultimo dato, apparentemente ovvio, ha tuttavia un'importanza tutt'altro che secondaria. Infatti, come è possibile che una traccia visiva ricordata venga elaborata tanto più rapidamente rispetto allo stimolo effettivamente presente nel campo della percezione presente? Per interpretare sensatamente questa differenza temporale, non dobbiamo forse ammettere che la velocità dell'elaborazione del "già noto" sia assai superiore a quella che caratterizza il coglimento di un percelto inedito? E che quello che ci è familiare acquisisce una potenza al riconoscimento tanto più rapida e cospicua rispetto a ciò che si deve ancora venire a sapere?

Questi risultati sono tanto forieri di nuove imprese sperimentali quanto generatori di ulteriori interrogativi, in primo luogo al livello interpretativo. Vi sono infatti diverse questioni, a mio parere cruciali, che sembrano per ora rimanere senza risposta. Anzitutto, come avviene l'elaborazione corticale dell'informazione relativa ad ogni percelto visivo, in modo tale che questo sia già "atteso" in sede neurale prima ancora di impressionare la retina? Come è possibile il rimappaggio di una traccia mnestica simultaneamente all'elaborazione movimento oculare? Tutto ciò non ci porta forse ad ammettere che il cervello è in grado di "vedere" prima dell'occhio? In ultima analisi, sono gli stessi ricercatori ad ammettere che "la relazione tra il rimappaggio, la dislocazione, e l'integrazione intrasaccadica rimane oscura"⁷⁵.

Il meccanismo predittivo presentato in questo paragrafo è tutt'altro che un caso isolato e va anzi compreso come una manifestazione peculiare della generale facoltà soggettiva di sporgersi sull'ambiente preliminarmente alla codifica sensoriale degli stimoli. A fronte dell'inconsapevolezza in cui sembra ricadere, sfuggendoci, la maggior parte di ciò che ci si presenta nella scena visiva, al livello cosciente il mondo ci appare invece come un "pieno" spazio-temporale che diviene ininterrottamente e senza soluzione di continuità. Le saccadi appaiono invece come dei "buchi neri", in avvicinamento o in uscita dai quali la soggettività opera torsioni non indifferenti nei confronti della costituzione temporale degli eventi, tanto da far parlare di effetti "relativistici", i quali avverrebbero attorno al momento d'insorgenza

⁷⁵ De Pisapia *et al.* (2010), p. 613.

delle saccadi⁷⁶. Vedremo ora come quest'attitudine impositivamente informatrice dell'oggettività agisca nelle altre modalità sensoriali, e anzitutto nei meccanismi della visione.

4.3. Gli studi odierni sul rimappaggio predittivo dei campi recettivi visivi rispetto ai movimenti oculari. Attenzione e visione

Appena prima che il movimento oculare abbia inizio, anche l'attenzione verso il *target* della saccade incipiente si sposta sulla localizzazione retinica che il *target* occuperà solo dopo il movimento oculare, facilitando i movimenti oculari a venire⁷⁷. Qual è il nesso tra l'attenzione e rimappaggio predittivo dei campi recettivi? Sembra che “gli spostamenti dell'attenzione visiva pre-saccadica servano sia a migliorare l'elaborazione percettiva presaccadica delle localizzazioni del *target* [visivo], sia ad accelerare i movimenti oculari seguenti verso nuove localizzazioni postsaccadiche”⁷⁸.

Questo “rimappaggio predittivo dell'attenzione” si è rivelato essere un meccanismo diffuso ed efficiente per tenere traccia degli aspetti rilevanti di una scena visiva a fronte degli oscuramenti visivi dovuti alle saccadi e al meccanismo di oscuramento visivo che ne consegue. In una parola, l'attenzione verrebbe inconsapevolmente rivolta ai *target* saccadici *in anticipo* rispetto agli stessi movimenti oculari. Inoltre, appena prima dell'inizio dei movimenti saccadici, la capacità discriminatrice nell'area del *target* saccadico è sempre superiore che altrove, confermando ancora una volta la relazione selettiva tra l'attenzione e gli istanti in cui la saccade viene preparata⁷⁹. In altre parole, il ruolo dell'attenzione sarebbe legato al *focus* saccadico in modo tale che la discriminazione di percetti sarebbe migliore in tale localizzazione che in altre.

Si è parlato di una “espansione soggettiva del tempo” (*time's subjective expansion*, o TSE)⁸⁰, la quale sarebbe generata dall'attenzione e modulata dall'influenza che quest'ultima esercita sulla quantità di

⁷⁶ Cfr. Morrone *et al.* (2010).

⁷⁷ Cfr. Rolfs *et al.* (2011).

⁷⁸ Ivi, p. 252.

⁷⁹ Cfr. Deubel (2008).

⁸⁰ Cfr. Tse *et al.* (2004).

informazione elaborata. Il fatto che l'andamento temporale dell'espansione temporale sia invariante nel dominio visivo e in quello uditivo, e che inoltre l'espansione si verifichi anche sotto aspetti di tipo semantico, oltre che percettivo/visivo, induce a concludere che l'orientamento attenzionale, che sottende diversi atti intellettivi, è anche alla base di diverse "distorsioni" della durata percepita.

Nel presentare l'influenza che le proprietà degli stimoli esercitano sul tempo percepito, abbiamo visto che il tempo coscienziale impiegato per elaborare la comparsa di un nuovo oggetto sulla scena visiva è più esteso rispetto a quello impiegato per cogliere il mutamento delle proprietà di un oggetto già presente. Ciò sarebbe dovuto al fatto che la costruzione della rappresentazione di un nuovo oggetto sulla scena visiva richiede, al livello dell'attività neurale, un periodo di tempo più prolungato rispetto a quello impiegato per il mero aggiornamento di un oggetto già esistente nel campo percettivo⁸¹. La "teoria dell'aggiornamento oggettuale" (*object updating*)⁸² si propone proprio come soluzione al problema della continuità percettiva e visiva in particolare, basandosi sul fatto che la continuità percettiva è frutto di un processo che sembra avvenire al livello degli *oggetti* e, inoltre, sul fatto che il sistema visivo sembra distinguere nettamente tra la formazione di una rappresentazione di un *nuovo* oggetto da un lato e, dall'altro, l'*aggiornamento* della rappresentazione di un oggetto già esistente.

È questo, a mio avviso, un punto cruciale in cui il potere costituente della soggettività si manifesta con tratti peculiari e allo stesso tempo comuni alla globalità dell'apparato percettivo umano. Lungi dal costituire un'appendice secondaria al processo di organizzazione e coerentizzazione dell'esperienza, infatti, il rimappaggio predittivo dei campi recettivi sembra condizionare tale organizzazione in modo preliminare e dinamicamente determinante relativamente alla continuità dell'esperienza cosciente. Il fatto che già alla base della prima e immediata elaborazione sensoriale vi sia un fattore altamente *predittivo* ci consente anche di comprendere quanto sia fuorviante (o perlomeno limitante) considerare l'esperienza come una mera successione di immagini (visive, uditive o tattili), la cui collezione andrebbe poi a formare la rappresentazione globale del mondo.

Il rimappaggio predittivo dei campi recettivi, che a tutta prima

⁸¹ Cfr. Kanai *et al.* (2006).

⁸² Cfr. Enns *et al.* (2010).

sembrerebbe introdurre solo un elemento di discontinuità nell'elaborazione visiva dell'ambiente, è invece proprio ciò che scardina la linearità e l'uniformità che sembra intuitivamente costituire la struttura temporale dell'esperienza cosciente. I processi di anticipazione predittiva che avvengono in seno alla visione ci indicano invece la via per pensare ad un'esperienza non formata da istanti, rigidamente fissati come i punti di una linea tracciata una volta per tutte, bensì ad un processo di *temporizzazione attiva* degli eventi come primariamente costitutivo dell'esperienza sin dai primi livelli dell'elaborazione sensoriale.

5. Analisi predittiva e postdittiva nella costituzione della continuità e della stabilità percettiva

Per comprendere come un'"illusione" percettiva possa prodursi nel corso dell'elaborazione di stimoli sensoriali, occorre anzitutto tenere presente che ciascuna modalità sensoriale possiede un proprio tempo di latenza, che dipende anche dalle condizioni esterne (ad esempio, i processi visivi rallentano in condizioni di scarsa illuminazione). Un altro fattore in gioco è la distanza dal cervello del luogo in cui lo stimolo viene ricevuto, il che riguarda in particolare la modalità tattile (uno stimolo toccato con un piede non raggiungerà il cervello tanto rapidamente quando uno stimolo applicato sul viso). Sebbene si tratti di discrepanze minime, esse sono comunque sufficienti a far sorgere nuovamente la questione di come, a partire da un flusso di informazioni multisensoriali raccolte in spazi e tempi diversi, sia possibile fare esperienza di un mondo coerente e simultaneamente "uno" ad ogni istante, nella distensione diacronica dei nostri vissuti.

Secondo alcuni, come abbiamo visto, viviamo letteralmente nel passato: ripercorriamo a posteriori le discrepanze temporali e le "aggiustiamo" in modo tale da generare un'esperienza conglomerata in un unico presente. In questa prospettiva, l'elaborazione del corretto ordine di eventi ambientali sarebbe resa possibile da un costante "ricalibramento" temporale, in cui il sistema motorio e il sistema percettivo si scambiano reciprocamente le informazioni raccolte ad ogni stadio di elaborazione: la reazione agli stimoli sarebbe sempre in tal modo ritardata, per lasciare il tempo al cervello di adattarsi

dinamicamente a un ambiente in costante mutamento. Il ricalibramento agirebbe dunque come un meccanismo di “compensazione” del ritardo dovuto alla formulazione degli *output* motori, sincronizzando in tal modo sistema sensoriale e sistema motorio.

Una delle prospettive che tentano di spiegare la capacità umana di determinare le proprietà temporali relative a diversi eventi è la cosiddetta “teoria del tempo cerebrale della percezione” (“*the brain-time theory of perception*”), secondo cui il *timing* apparente attribuito agli eventi sarebbe connesso al momento in cui, in regioni cerebrali distinte e relativamente indipendenti, vengono portate a termine analisi specifiche dell’informazione sensoriale. L’ipotesi è controversa, non da ultimo perché implica che la percezione temporale sia naturalmente propensa all’errore e assoggettata alle dinamiche cerebrali dell’elaborazione delle informazioni. A favore dell’ipotesi stanno invece alcuni “fatti” empirici, riguardanti in particolare i fenomeni di “asincronia percettiva”, in cui, ad esempio, mutamenti simultanei nel colore e nella direzione di un oggetto vengono percepiti come asincroni, o, viceversa, mutamenti non simultanei nelle due proprietà vengono percepiti come sincronizzati. L’asincronia tra colore e movimento si verifica solo quando un oggetto dalla superficie omogenea cambia direzione, il che potrebbe in effetti significare che l’illusione è dovuta ad un ritardo nell’elaborazione del cambiamento di direzione del percolato visivo.

Questa “illusione temporale” ha portato a sviluppare l’idea che vi sia una relazione tra il tempo percepito e l’andamento temporale dell’elaborazione sensoriale nel cervello⁸³. La teoria del “tempo cerebrale”, secondo cui vi è una relazione tra il *timing* dell’elaborazione sensoriale e l’esperienza percettiva, si pone in linea con il fatto che il colore e il movimento di un oggetto vengono percepiti insieme soltanto se il movimento *precede* la comparsa del colore di 70-80 msec⁸⁴. Ciò significa che l’elaborazione del movimento impiega più tempo rispetto all’elaborazione di altri attributi di un percolato visivo, come la forma o il colore.

Un altro esempio riguarda gli oggetti in movimento, di cui cogliamo prima i mutamenti nella direzione che quelli nella velocità⁸⁵. È interessante notare come il ritardo della percezione del movimento

⁸³ Cfr. Arnold (2010).

⁸⁴ Cfr. Moutoussis & Zeki (1997).

⁸⁵ Cfr. Aymoz & Viviani (2004).

rispetto a quella del colore si annulli nel caso in cui il movimento riguardi uno stimolo visivo non artificiale, bensì “organico” (vale a dire nel caso in cui lo stimolo consista nel movimento di un organismo vivente). Tuttavia, nel caso della percezione sovramodale di un tale stimolo “organico” (in cui molteplici modalità sensoriali agiscono di comune concerto) si verifica esattamente l’opposto di quanto accade quando la percezione riguarda il solo sistema visivo: in questo caso, l’asincronia percettiva del movimento organico rispetto a quello non organico diviene ancora più consistente⁸⁶.

5.1. Analisi postdittiva e integrazione multisensoriale

Uno dei modi per misurare le proprietà temporali di modalità sensoriali differenti consiste nel registrare i tempi della loro integrazione. Questo metodo si scontra tuttavia contro alcune difficoltà difficilmente superabili. Poiché, in generale, prima che uno stimolo possa essere consapevolmente percepito, occorre che un’enorme quantità di informazione sia elaborata e integrata, i tempi dell’integrazione temporale sembrano fornirci “una guida molto imperfetta dei tempi di percezione, perché questi sono determinati ai primi stadi del sistema visivo, e dunque non riflettono le proprietà del sistema come un tutto”⁸⁷.

Il tempo della percezione globale di un oggetto, invece, sarebbe il risultato finale dell’elaborazione condotta dall’intero sistema percettivo, e non potrebbe essere inferito dai tempi di elaborazione delle singole modalità sensoriali. In breve, non vi sarebbe alcun intervallo di tempo “standard” per l’integrazione temporale delle diverse proprietà di un percetto. Detto altrimenti, “non vi è alcuna relazione semplice e ovvia tra la latenza delle risposte neuronali, i periodi dell’integrazione temporale e i tempi percepiti”⁸⁸.

Non solo, al livello percettivo, proprietà che occorrono simultaneamente nella realtà vengono elaborate separatamente e in tempi diversi, ma la differenza temporale della loro elaborazione non viene compensata nemmeno ai livelli superiori. Il cervello, infatti, si

⁸⁶ Cfr. Arrighi *et al.* (2006).

⁸⁷ *Ivi*, p. 397.

⁸⁸ *Ibid.*

limiterebbe a connettere insieme i diversi attributi in base ai diversi tempi in cui vengono percepiti, cosicché la loro simultaneità reale non può più venire recuperata. Come spiegare, allora, il fatto che percepiamo gli oggetti come totalità *temporalmente definite* e *coerentemente inserite* nell'ambiente? È concepibile un meccanismo che funga da “termine ultimo” della percezione? Non potrebbe forse darsi che la percezione sia il risultato di un meccanismo “sincronizzante” *dall'alto verso il basso*, che connette insieme e produce l'unità dell'informazione ricevuta dai diversi sistemi specializzati?

Secondo alcuni neuroscienziati⁸⁹, nulla di tutto ciò. La percezione di ciascun attributo sarebbe invece il frutto del solo sistema specializzato coinvolto in quel determinato processo, indipendentemente dall'attività degli altri sistemi specializzati⁹⁰. Un'ipotesi alternativa consiste nell'affermare che i tempi neurali dell'elaborazione dei percetti potrebbero non essere direttamente correlati al *timing* della percezione stessa. In tale prospettiva, invece di essere determinati al momento in cui l'analisi sensoriale *termina*, i *timing* relativi agli eventi sarebbero invece stabiliti attraverso un'*analisi interpretativa* che compenserebbe la variabilità delle trasmissioni neurali.

I sostenitori dell'analisi “postdittiva” sostengono proprio che un modo per compensare la variabilità dell'elaborazione neurale consiste nel riferire i mutamenti temporali dello stimolo al momento in cui l'analisi *comincia*, e non al momento in cui essa si conclude; in altre parole, un'esperienza percettiva risulterebbe ritardata per consentire al sistema visivo di raccogliere informazione posteriore all'evento, e solo in seguito formulare un'interpretazione visiva della scena percepita. In questa prospettiva, quando un oggetto compare entro il campo visivo, o quando esso cambia direzione, si avvia un'analisi che persiste ipoteticamente per un certo periodo di tempo, anche se i suoi risultati vengono esperiti come se avessero avuto origine quando l'analisi ha

⁸⁹ Cfr. Moutoussis & Zeki (1997).

⁹⁰ L'asincronia percettiva tra colore e movimento ha dato adito anche a diverse interpretazioni. Anziché attribuire l'asincronia ai diversi tempi di elaborazione delle proprietà di un percetto (come nell'interpretazione di Moutoussis e Zeki), è stato affermato che l'asincronia è frutto di un'analisi “postdittiva” in grado di determinare le proprietà percettive di nuove superfici – cfr. Moradi & Shimojo (2004) –, o di un processo di coordinamento temporale soggetto ad errore – cfr. Johnston & Nishida (2001) –, o ancora a causa di un cambiamento attenzionale – cfr. Enns & Oriet (2004).

effettivamente avuto inizio⁹¹.

Mentre la “teoria del tempo cerebrale” spiega la discronia nell'accoppiamento tra mutamenti nel colore e mutamenti nella direzione facendo riferimento alla diversa latenza nell'elaborazione dei due attributi, il modello postdittivo afferma invece che i secondi sono soggetti a un processo esteso temporalmente, durante il quale viene determinata una “media” del colore percepito sulla superficie in movimento. Il risultato percettivo dell'analisi del colore farebbe sì che esso sia esperito come se fosse durato dal momento in cui si è verificato il mutamento di direzione, e cioè dall'inizio dell'analisi percettiva; inoltre, occorre considerare che il colore apparente (cioè il colore per come appare nella percezione finale dell'oggetto), determinato dalla media dei colori elaborati nel corso dell'analisi del percetto, può anche essere (e probabilmente è sempre) diverso dal colore iniziale.

5.2. Ricalibramento retroattivo degli eventi percettivi.
L'anticipazione predittiva delle conseguenze sensoriali dei movimenti oculari

Nei paragrafi precedenti abbiamo visto che uno dei modi attraverso cui il cervello è in grado di ottimizzare i giudizi temporali sugli eventi sensomotori consiste in un “ricalibramento” percettivo relativo al *timing* o alla simultaneità di percetti intramodali, in cui l'elaborazione di più d'un sistema sensoriale è attivata⁹². Si suppone cioè che il sistema nervoso sia in qualche modo in grado di “aggiustare” le differenze temporali dovute alla distribuzione spaziale e temporale dei processi di elaborazione sensoriale. Tuttavia, i risultati del ricalibramento osservati in ambito visuomotorio si presentano anche per coppie di stimoli presentati in modalità sensoriali diverse (ad esempio, per coppie di stimoli visuo-tattili o audio-tattili)⁹³. Ciò potrebbe significare che, più che riguardare processi di “comparazione” posteriori (come voleva la teoria “postdittiva”), il ricalibramento

⁹¹ Si tratta di una posizione non troppo lontana da quella, ormai famosa, di B. Libet e della sua ipotesi della “retrodatazione”, che esporremo a breve.

⁹² Sull'integrazione multisensoriale per mantenere la percezione di simultaneità cfr. Spence & Squire (2003).

⁹³ Cfr. De Luca *et al.* (2009).

influenza direttamente la latenza percettiva di coppie di segnali multisensoriali.

Nonostante la variabilità dei tempi percepiti, il cervello è in grado di tenere traccia delle proprietà degli oggetti nell'ambiente e di formare rapidamente delle aspettative funzionali all'ottimizzazione del comportamento, in un fenomeno chiamato "adattamento retroattivo"⁹⁴. Una delle conseguenze di tale ottimizzazione è, ad esempio, il fatto che eventi temporalmente attesi sono rilevati in modo più rapido, ma temporalmente meno accurato, rispetto ad eventi non attesi⁹⁵. Si tratta di un meccanismo altamente interessante e foriero di nuovi interrogativi e conoscenze inedite, tanto più che, al momento, "la questione di come i soggetti determinino il *timing* di occorrenza degli eventi in scene dinamiche realistiche rimane ampiamente inesplorata"⁹⁶.

Vi è anche un altro meccanismo di "riallineamento", finalizzato a ottimizzare l'elaborazione di eventi caratterizzati da tempi di rilevamento più lenti, e basato questa volta sulla sensibilità del sistema nervoso a configurazioni di attività continua di stimoli uditivi. La capacità di rilevare l'emergenza di un mutamento nelle configurazioni dell'elaborazione percettiva è particolarmente significativa nel caso della temporizzazione degli eventi acustici. Come può la percezione di un evento acustico influenzare la percezione degli eventi connessi ad esso? Utilizzando sequenze di stimoli uditivi a frequenza variabile, ora regolare ora casuale, è possibile mostrare che, mentre le transizioni dalle frequenze regolari a quelle casuali sono rilevate rapidamente, il passaggio da frequenze casuali a frequenze regolari richiede molto più tempo per essere afferrato. È facilmente comprensibile, dal punto di vista intuitivo, che l'emergenza di regolarità non possa essere stabilita immediatamente, ma che necessiti di una serie più o meno prolungata di ripetizioni di un *pattern* identico per essere colta.

Insomma, una collocazione "veritiera" degli stimoli uditivi al momento del loro reale verificarsi non sarebbe altrettanto "veritiera" dal punto di vista soggettivo, dal momento che tali stimoli subiscono sempre un ritardo dovuto al loro rilevamento consapevole. La cosa interessante è che non solo non notiamo l'inizio della transizione degli stimoli da una frequenza casuale ad una regolare nel momento in cui

⁹⁴ Cfr. Patel & Chait (2011).

⁹⁵ Cfr. Ulrich *et al.* (2004).

⁹⁶ Ivi, p. 125.

tale transizione effettivamente avviene (il ritardo è pari a 530 msec), ma *avviciniamo spontaneamente nel tempo* la transizione percepita e la transizione effettiva di circa 300 ms, adeguando così consistentemente la nostra percezione soggettiva all'evento reale.

Lungi dall'essere un errore percettivo, che allontana i soggetti da una rappresentazione “veritiera” del mondo circostante, tale processo di “adeguamento temporale è essenziale perché consente agli ascoltatori di connettere diversi eventi in una corretta rappresentazione dinamica della scena, di determinare se (e come) essi siano causalmente connessi, nonché di reagire efficacemente a situazioni che dipendono dalle relazioni temporali tra eventi”⁹⁷. Il sistema uditivo possiede dunque meccanismi di “riadattamento automatico” della percezione, i quali ci consentono di compensare il prolungamento (o il ritardo) dei tempi del rilevamento sensoriale degli stimoli uditivi. È collocando gli eventi percepiti in istanti temporali che precedono il loro effettivo coglimento che diviene possibile la costruzione di una rappresentazione dell'ambiente coerente e significativamente vicina ai “fatti” empirici⁹⁸.

Ad alimentare il dibattito fra teorie predittive e postdittive della visione è stata una serie di evidenze fenomenologiche legate in particolare a fenomeni come l'effetto *Fröblich*, in cui la posizione iniziale percepita per un *target* in movimento viene dislocata nella direzione del movimento stesso⁹⁹, o come l'effetto del *flash-lag*, in cui l'illusione per cui uno stimolo statico istantaneo, se allineato ad un altro stimolo in movimento, viene sistematicamente percepito *dietro* a quest'ultimo, come se lo rincorresse.

Uno degli esperimenti mirati a chiarire l'effetto del *flash-lag* consiste nel presentare un cerchio rotante con una freccia che dal centro punta verso l'esterno, muovendosi in circolo come la lancetta di un orologio. In questo caso, uno stimolo luminoso che venga presentato fuori dal cerchio, nel luogo in cui la freccia punta ad un certo istante, viene sistematicamente percepito come scostato rispetto alla posizione

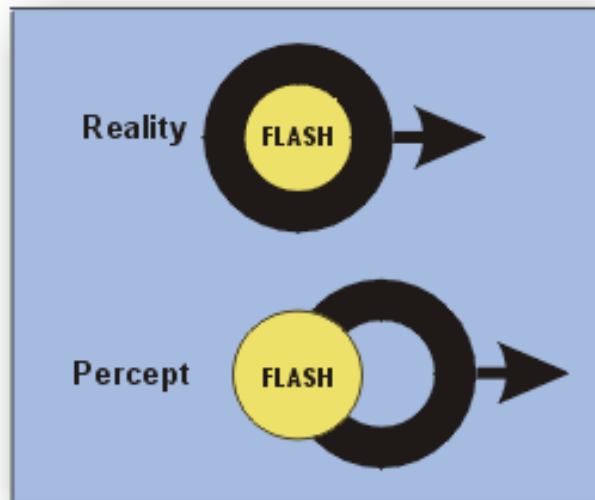
⁹⁷ Ivi, p. 129.

⁹⁸ Sull'efficacia dei processi di collocazione temporale che non combacia coi tempi di rilevamento e sulla percezione della sincronicità come modo dell'integrazione multisensoriale cfr. Sellis *et al.* (2014).

⁹⁹ Per la presentazione del dibattito a seguito della scoperta dell'effetto *Fröblich* e delle odierne interpretazioni del fenomeno cfr. Kerzel (2010).

puntata dalla freccia, e cioè “in ritardo” rispetto ad essa¹⁰⁰.

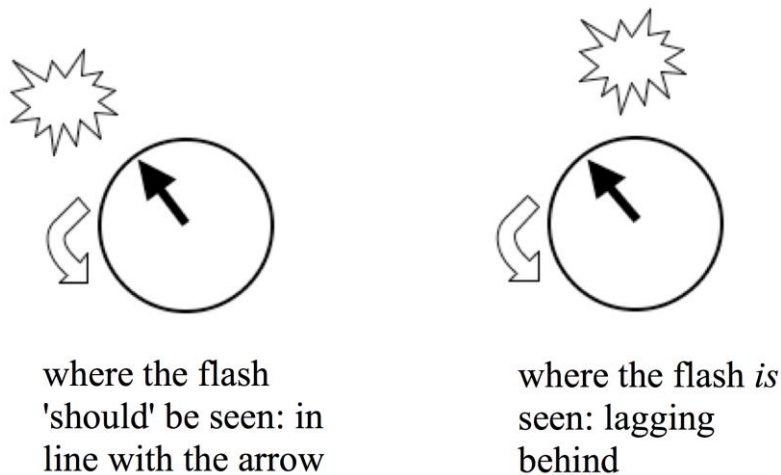
La prima figura in basso¹⁰¹ mostra proprio come lo stimolo istantaneo (*flash*), presentato come sovrapposto al cerchio in movimento verso destra (prima immagine, in alto: “reality”) sia percepito come se lo “inseguisse” da sinistra con un certo ritardo (seconda immagine, in basso: “percept”). La seconda figura in basso¹⁰² riporta invece una variante dell’esperimento che ci aiuta a capirne meglio il funzionamento: in questo caso, la freccia si sta muovendo verso sinistra, e lo stimolo luminoso, sebbene presentato come allineato alla freccia, viene percepito leggermente più a destra, come se, ancora una volta, “rincorresse” la freccia.



¹⁰⁰ Un esempio in movimento dell’effetto del *flash-lag* è esperibile visitando il sito *online* <http://www.michaelbach.de/ot/mot-flashLag/index.html>.

¹⁰¹ Cfr. <http://eaglemanlab.net/flashlag>.

¹⁰² Cfr. <http://plato.stanford.edu/entries/consciousness-temporal/temporal-illusions.html>.



Il fenomeno potrebbe essere dovuto al fatto che il cervello, più che elaborare gli eventi “in tempo reale”, *anticipa* quelli con la maggiore probabilità di verificarsi – in questo caso, la posizione *futura* dello stimolo in movimento rispetto alla freccia rotante. Il sistema sensomotorio potrebbe essere in grado di elaborare la posizione degli oggetti in movimento in modo tale da compensare il ritardo dovuto alle latenze neurali dell’elaborazione sensoriale, ottenendo un’accuratezza nei movimenti diretti ad un obiettivo specifico altrimenti impossibile. In questa prospettiva, detta anche teoria della “estrapolazione del moto”¹⁰³, lo stimolo in movimento sarebbe visibile per un periodo sufficientemente prolungato perché il cervello sia appunto in grado di “estrapolarne” la posizione futura, il che non sarebbe invece possibile per uno stimolo che appare improvvisamente e inaspettatamente sulla scena visiva. Alcuni esperimenti hanno infatti confutato il fatto che l’estrapolazione avvenga ai primi stadi dell’elaborazione sensoriale¹⁰⁴, mostrando come essa si verifichi invece in stadi più tardivi, e cioè quando le coordinate retiniche sono trasformate in coordinate egocentrate (cioè ruotanti attorno al corpo proprio) in vista della preparazione al movimento.

Cosa accade se la freccia rotante è costituita in modo tale da invertire improvvisamente direzione appena *dopo* la comparsa del *flash* luminoso? Ciò che si verifica sembra confutare l’ipotesi precedente, giacché, in questo caso, la localizzazione del *flash* rispetto alla freccia

¹⁰³ Cfr. Nijhawan (1994).

¹⁰⁴ Cfr. Kerzel (2010).

rotante mostra di essere indipendente dalla traiettoria che quest'ultima conduceva *prima* della presentazione dello stimolo luminoso.

Generalizzando questi risultati, si potrebbe affermare che la consapevolezza visiva non è né predittiva né simultanea agli eventi (*online*), ma è *postdittiva*¹⁰⁵. Nell'illusione del *flash-lag*, infatti, l'esperienza soggettiva dipende dall'elaborazione *posteriore* alla comparsa dello stimolo, e precisamente nel corso eventi che occorrono circa 80 msec dopo l'apparizione del *flash*. Ciò sembra in effetti suggerire che la coscienza visiva operi in modalità non pre- bensì postdittiva, e cioè che essa si generi retrospettivamente rispetto all'elaborazione degli eventi percettivi, e non parallelamente all'attività nervosa propria dei primi livelli dell'elaborazione sensoriale, dai quali scaturisce il ritardo¹⁰⁶.

6. Gli studi di B. Libet sulla temporalità dell'esperienza percettiva: l'ipotesi della “retrodatazione”

Sono ormai assai noti gli esperimenti che B. Libet¹⁰⁷ condusse a partire dalla fine degli anni '80, i quali hanno mostrato come la coscienza sia un prodotto che compare ad uno stadio piuttosto tardo nei processi dell'elaborazione senso-motoria. Uno dei temi privilegiati per il neuroscienziato, che interessa particolarmente la nostra ricerca, riguarda proprio l'intreccio tra temporalità e coscienza del tempo nell'esperienza percettiva e pratica.

Un carattere comune a tutti i tipi di esperienza soggettiva è la *consapevolezza*, che, nel suo carattere effettivo, va distinta dal semplice *rilevamento* di un segnale sensoriale, il quale può invece avvenire in maniera inconscia: “la consapevolezza *per se* è un fenomeno unico,

¹⁰⁵ Cfr. Eagleman & Sejnowski (2000).

¹⁰⁶ È bene ricordare che vi sono anche prospettive più ampie le quali, come la teoria abbracciata da R. Soga e colleghi (2009), vedono nell'azione concomitante di meccanismi predittivi e postdittivi la duplice base dell'elaborazione temporale degli eventi. In questo caso, il modello predittivo, secondo cui il sistema visivo anticipa gli eventi a venire per eliminare il ritardo dell'elaborazione sensoriale, non escluderebbe, ma andrebbe di pari passo con il modello postdittivo, secondo cui la coscienza dei percetti visivi viene inevitabilmente prodotta in ritardo e *a posteriori* rispetto al loro coglimento.

¹⁰⁷ Per una considerazione filosofica dei risultati sugli esperimenti di Libet cfr. Chiereghin (2009, 2011). Sulla posizione di Libet al riguardo cfr. Libet (2007).

associato con attività neurali specifiche, attività che costituiscono una condizione necessaria per ogni esperienza cosciente”¹⁰⁸. In tale prospettiva, ciò significa che una percezione inconscia di un *input* sensoriale non può entrare nel novero delle esperienze soggettive. Nonostante la nota comune ai diversi tipi e livelli di esperienza cosciente sia la *presenza* della consapevolezza soggettiva, a distinguere le diverse esperienze soggettive è il *contenuto* della consapevolezza.

Ora, tanto nell’esperienza percettiva, quanto nei processi che sfociano negli atti volontari, si produce una discrepanza tra la valutazione temporale soggettiva dell’esperienza e la misurazione sperimentale dei tempi necessari a produrla. Sebbene dal punto di vista fenomenologico siamo immediatamente consapevoli di un’esperienza sensoriale (ad esempio, di una puntura di spillo sul dorso della mano), la misurazione dei tempi oggettivi per il prodursi della medesima mostra invece che la consapevolezza è ritardata di almeno 500 msec rispetto all’evento sensoriale¹⁰⁹. Nonostante la consapevolezza sorga circa mezzo secondo *dopo* l’attivazione neurale delle aree connesse con il punto del corpo in cui si è verificata la percezione, non abbiamo alcuna coscienza di questo ritardo, ma crediamo di percepire gli eventi nell’istante del loro effettivo apparire.

Come colmare lo scarto tra le due esperienze? Come spiegare la nostra credenza di percepire il mondo “in tempo reale”, quando la nostra consapevolezza “arriva sempre in ritardo” rispetto all’attivazione fisica dei neuroni stimolati da un percetto esterno? Come superare questo sostanziale divario tra misurazione sperimentale del tempo e

¹⁰⁸ Libet (2007), p. 17.

¹⁰⁹ Più precisamente, quando la punta dello spillo punge la mia cute, al livello neurofisiologico ho una prima serie di risposte elettriche a livello corticale dette potenziali evocati (PE), le quali iniziano 10-30 millisecondi dopo l’impulso cutaneo. Il “PE primario” è la prima registrazione inconscia, a livello cerebrale, dell’avvenuta stimolazione sensoriale. I tempi variano in base alla distanza dalla corteccia della zona della pelle stimolata: 14-20 msec se la puntura è sulla mano, 40-50 msec se avviene su un piede, e così via. I potenziali evocati, pur costituendo un evento cerebrale, *non* sono tuttavia ancora *sufficienti* per suscitare un’*esperienza cosciente*. Perché questo avvenga, è necessario che si attivino potenziali connessi a quell’evento, i quali devono coinvolgere anche aree corticali ampiamente distribuite. Solo dopo che il cervello ha sviluppato una serie di attivazioni corticali, la cui durata arriva a toccare la soglia dei 500 msec, si produce la consapevolezza dell’evento.

temporalità soggettiva? Come fare in modo che le due “esperienze” non si contraddicano, ma trovino una spiegazione che le validi entrambe come aspetti dello *stesso* fenomeno? Per colmare lo scarto temporale tra le due esperienze, Libet ha introdotto il concetto di “retrodatazione”.

Il ruolo principale è qui giocato dalla prima risposta corticale allo stimolo (il PE primario), che viene interpretata come il fattore fondamentale di un impiego del tempo del tutto inaspettato e sorprendente: infatti, se da un lato “la consapevolezza dello stimolo sulla pelle è, di fatto, ritardata nella sua comparsa fino alla fine delle attività cerebrali appropriate della durata di circa 500 msec”¹¹⁰, dall’altro “c’è poi un’*attribuzione soggettiva del timing* per quell’esperienza, *che la riporta indietro nel tempo al momento della risposta di PE primario!*”¹¹¹. In altre parole, il *timing* soggettivo dell’esperienza sensoriale sarebbe retrodatato di quel tempo necessario alle attività cerebrali per divenire in effetti adeguate a produrre l’esperienza consapevole, e tale è esattamente la durata della risposta di PE primario della corteccia sensoriale: “l’esperienza sensoriale è in modo automatico e inconscio riferita soggettivamente all’indietro nel tempo, al momento della prima, rapida risposta corticale del segnale sensoriale”¹¹².

In base all’ipotesi della retrodatazione, la consapevolezza del presente è realmente ritardata, ma il *contenuto* dell’esperienza cosciente è riallineato con il presente della percezione mediante un riferimento soggettivo all’indietro nel tempo, che conduce l’evento percepito ad aderire al “vero” momento in cui esso ha fatto la sua comparsa di fronte alla recettività del soggetto. Solo in questo modo si spiegherebbe “il fatto che soggettivamente sentiamo e crediamo di essere diventati consapevoli del segnale sensoriale immediatamente, anche se c’è, *in realtà*, un ritardo sostanziale”¹¹³. La scoperta di Libet è tanto più importante, in quanto riguarda l’intero mondo della recettività, vale a dire gli stadi primari di ogni elaborazione cognitiva del mondo nonché il primissimo *medium* che caratterizza ogni atto di apertura dell’organismo all’ambiente.

La discrepanza temporale tra la presa di consapevolezza dello stimolo e l’attività neurale connessa a tale ricezione non è un fatto

¹¹⁰ Libet (2007), pp. 77-78.

¹¹¹ Ibid.

¹¹² Ibid.

¹¹³ Ivi, p. 81.

aleatorio, dedotto come ipotesi dai risultati dell'esperimento, ma affonda le sue condizioni fisiologiche nella duplicità delle vie somatosensoriali attraverso cui avviene l'elaborazione percettiva del mondo: la via lemniscale e la via ventrobasale. La via lemniscale, la più veloce, è responsabile del prodursi del PE primario. In essa le fibre nervose della pelle, dei tendini, dei muscoli entrano nel midollo spinale e di qui proiettano un ramo di fibre nervose fino a un fascio particolare di esse, detto lemnisco mediale che, a sua volta, passando per il talamo ventrobasale, giunge alla corteccia. La via spinotalamica è invece più lenta, in quanto è responsabile del reclutamento e del concorso di diverse aree cerebrali, ampiamente distribuite nella corteccia, e quindi tali da richiedere un tempo più lungo affinché il loro coordinamento arrivi a produrre la consapevolezza.

Detto altrimenti, gli assoni ascendenti del lemnisco sono veloci e riferiscono quasi istantaneamente alla corteccia la posizione e il momento esatti in cui uno stimolo colpisce la cute. Viceversa, gli assoni della via spinotalamica sono lenti e sono responsabili dell'avvio del processo che porta a percepire lo stimolo mezzo secondo più tardi. Ogni sistema sensoriale è costituito da queste due componenti, una veloce e precisa (che non può dire "che cosa", ma solo "dove" e "quando" un *input* è localizzato), e l'altra lenta e diffusa (che coglie il "che cosa", ma non il "dove" e il "quando")¹¹⁴. Si può anche dire che, per ricostituire la sincronicità tra funzione cerebrale cosciente e *timing* dello stimolo, il soggetto "retrodata" il momento della presa di coscienza del "che cosa" al momento del "dove" e del "quando".

Si tratta di una distinzione significativa non solo dal punto di vista dell'analisi sperimentale, ma anche in prospettiva "evolutivo-esistenziale". L'informazione che il cervello elabora primariamente e immediatamente è rivolta alla spazialità e alla temporalità dell'evento sensoriale (il "dove" e il "quando"). Solo in un secondo momento il cervello si impegna a riconoscere il percepito (il "che cosa"): il riconoscimento dell'oggetto è un processo di complessità maggiore, che impiega più tempo, in quanto implica il concorso e la cooperazione di diverse aree distribuite nella corteccia.

Dal punto di vista evolutivo, si può ritenere che la priorità del rilevamento degli aspetti spaziali e temporali degli *input* sensoriali sia

¹¹⁴ Cfr. Chierghin (2009), dove l'autore riferisce questa affermazione come una comunicazione personale del neuroscienziato W. J. Freeman.

dovuta alla possibilità di innescare in modo repentino i meccanismi di attacco e difesa e di avere perciò maggiori *chances* di sopravvivenza. La genuinità di tale reattività naturale è evidente se consideriamo che, nel caso in cui la corteccia sia attivata non da uno stimolo “reale”, bensì da stimolazione transcranica, il soggetto percepisce comunque lo stimolo con un ritardo di 500 msec, ma non v’è traccia di alcuna risposta di PE primario. Che tale divario temporale sia effettivo è dimostrato da un semplice esperimento: se applichiamo un treno d’impulsi direttamente all’area corticale coinvolta nella ricezione dello stimolo, in assenza dello stimolo stesso (e, dunque, anche del PE primario), sono necessari almeno 500 msec affinché sorga la consapevolezza dello stimolo. Se *contemporaneamente* alla stimolazione corticale viene applicato un singolo impulso sul palmo della mano, percepiremo lo stimolo applicato sulla pelle *prima* di quello indotto dalla stimolazione corticale. Ciò significa che solo nel secondo caso il meccanismo della retrodatazione viene attuato. Ciò si verifica anche quando l’impulso sulla pelle viene ritardato addirittura di centinaia di millisecondi rispetto all’inizio dello stimolo corticale.

Questi risultati esprimono *modi di temporizzare* l’esperienza irriducibili sia alla concezione classica del tempo come serie *lineare* di istanti, sia alla tematizzazione del tempo come qualcosa che si manifesta in una successione di momenti *unidirezionalmente* orientati conformemente ad una relazione di causa ed effetto. Possiamo tentare di iniziare la nostra analisi concettuale, che estenderemo in sede conclusiva, dicendo che, relativamente al ritardo della consapevolezza negli eventi percettivi, introdurre il concetto di *campo di presenza* ci consente non solo di “articolare, senza separare, un prima e un dopo, mentre le misurazioni puntuali dei tempi, prese a sé, restano discontinue. La durata consente anche una considerazione intersoggettiva del tempo. Dal nuovo punto di vista si è indotti a considerare i 500 msec necessari al sorgere della consapevolezza come costitutivi di un unico *campo di presenza*, all’interno del quale i ‘ritardi’ non spezzano la contemporaneità, che include nel tempo vissuto anche quello oggettivo. Il tempo discontinuo e puntuale misurato dallo scienziato articola e analizza un campo di simultaneità del vissuto interpersonale senza annullarla”¹¹⁵.

¹¹⁵ Brena (2009), pp. 75-76.

Se collochiamo sperimentatore e soggetto dell'esperimento nel medesimo "campo di presenza", e se teniamo conto che, nel soggetto, la percezione dello stimolo *non è indipendente* dalla presa di coscienza di esso, l'esperienza vissuta in prima persona e l'osservazione sperimentale ci risulteranno non solo compatibili, ma reciprocamente confermate. Lo stesso fenomeno, infatti, può esprimersi *soggettivamente* nella simultaneità tra percezione e consapevolezza del percolato, e *oggettivamente* (secondo i criteri dell'osservazione sperimentale) nella frantumazione in istanti separati della medesima simultaneità, che è vissuta fenomenologicamente come un presente *esteso*.

Inoltre, solo tenendo *separati*, come fa Libet, i due punti di vista (quello dello sperimentatore, e quello del soggetto dell'esperimento) è possibile considerare ritardo e retrodatazione come "distorsioni". Una tale interpretazione è quantomeno paradossale, perché "rispetto alla presa di coscienza la retrodatazione è qualificata come correzione 'soggettiva' delle distorsioni neurali. Ma di questa soggettività si dice che corregge delle distorsioni oggettive! E alla fine risulta che mediante (gli errori del) ritardo e (della) retrodatazione, si viene a individuare 'soggettivamente' proprio il tempo oggettivo (addirittura correggendo delle pretese distorsioni neurali)"¹¹⁶.

L'estensione temporale dell'*unità* della coscienza è qui evidente: se la consapevolezza si estendesse solo nell'istante in cui l'analisi sperimentale ne coglie l'*inizio*, essa non potrebbe *ricordare* il mero evento – perché la memoria implica sempre un trascinarsi del passato nel presente, e un presente puntuale non è abilitato per questo trascinamento; d'altro canto, se l'evento non fosse in qualche modo *ritenuto* negli stadi pre-coscienziali, esso non potrebbe mai sorgere a coscienza. Il *contenuto* coscienziale che emerge in questi esperimenti rimanda a qualcosa che contraddice ogni concezione del tempo a me nota, perché qui non si tratta più di stabilire un *ordine* tra gli eventi secondo il prima e il poi (Kant), né di dire che la coscienza ha un'estensione durevole (Bergson), né di cogliere il movimento di ritenzione e protensione implicito nell'apprensione di oggetti temporali (Husserl), né, infine, di limitarsi ad affermare che l'essere-nel-mondo è tempo nella sua più intima essenza (Heidegger). Si tratta piuttosto di un rivolgimento del tempo su se stesso che non ha altri punti d'appoggio se non il fatto che esso determina il *sensò* dell'esperienza soggettiva.

¹¹⁶ Ivi, p. 77.

Il movimento coscienziale, attraverso cui la soggettività si protende sull'esperienza per metterla in forma, non ha nulla di lineare né di unidirezionale, ma è semmai rappresentabile come un'entità multidimensionale dove il ritorno su di sé non è indietreggiamento bensì costituzione stessa del risultato del processo – una *figura* impossibile come quelle disegnate da Escher. Che tale risultato sia un'esperienza non solo coerente, ma quanto mai aderente ai “fatti”, ci parla di un'opera soggettiva di in-formare l'esperienza il cui *sensu* governa eminentemente ogni altro movimento. Lungi dall'annoverare questo movimento come una “distorsione”, dovremmo piuttosto riferirci ad esso come ad uno dei modi fondamentali di *creazione della coerenza*, che supera in strutturazione interna ed interconnessione esperienziale tutti gli altri costrutti teorici del tempo.

7. Temporalità e costituzione dell'esperienza. Ristabilimento della continuità visiva a fronte dei momenti di cecità dovuti alla soppressione saccadica

7.1. Le saccadi modificano non solo lo spazio, ma anche il tempo percepito

Parafrasando in senso neuroscientifico l'affermazione kantiana per cui i concetti senza percezioni sensoriali sono vuote categorie prive di contenuto, e le intuizioni senza concetti vagano ciecamente come entità non meglio identificate, si potrebbe dire che *input* sensoriali senza estensione non possono punto essere incontrati nel mondo, mentre percetti impossibili da ricondurre ad una struttura temporale non hanno alcun posto nell'esperienza, giacché ogni elaborazione percettiva avviene necessariamente nel tempo. Financo l'ascolto della melodia pura – esempio che ha goduto di grande fama in sede fenomenologica – non rende meno vera tale affermazione, dal momento che la componente spaziale non è estromessa per il fatto di essere in presenza di un fenomeno che trova nella componente temporale la sua struttura privilegiata. Non è questa l'occasione per speculare su un problema che ha impegnato a lungo la tradizione fenomenologica e non solo, e che deve forse ancora rinvenire una soluzione adeguata. È comunque importante accennare a un interrogativo che intrattiene una connessione

non secondaria con il problema qui in oggetto.

Dal punto di vista del soggetto percipiente, l'ascolto della melodia *nel tempo* è infatti inscindibile dalla ricostruzione percettiva della sorgente *spaziale* del suono (si ricordi che il senso dell'udito è essenziale alla ricostruzione dello spazio circostante). Si potrebbe anzi pensare che la polifonia sia percettibile solo in virtù della separazione *spaziale* delle diverse frequenze di suoni simultaneamente percepiti. Si avrebbe qui un esempio di come unità e molteplicità possano andare di pari passo in un fenomeno prettamente sensoriale: se così non fosse, se cioè percepissimo la polifonia come inghiottita in un punto spaziale, percepiremmo un solo suono confuso, e non certo una molteplicità "verticale" di voci.

Ora, la possibilità di organizzare gli stimoli sensoriali presentati visivamente risiede nella capacità di imporre ad essi non solo una forma spaziale, ma anche una struttura temporale. Ogni rappresentazione di oggetti è infatti possibile solo quando la molteplicità degli *input* ambientali è sottoposta anzitutto alle forme spazio-temporali della percezione, le quali soltanto ci consentono di identificare elementi organizzati nell'ambiente circostante. Relativamente ai risultati che abbiamo finora incontrato, ci si dovrebbe dunque attendere che, assieme alla compressione o alla dislocazione degli aspetti spaziali dei percetti, anche i loro aspetti temporali subiscano mutamenti sostanziali intorno al momento d'insorgenza delle saccadi. Questo è esattamente ciò che è emerso da alcuni studi piuttosto recenti sugli effetti "distorcenti" dei movimenti saccadici.

7.2. Compressione del tempo percepito e inversione temporale di stimoli perisaccadici

Come sappiamo, singoli *target* saccadici, presentati per brevi intervalli nello spazio visivo, sono soggetti ad errori nella localizzazione non solo durante i movimenti oculari, ma anche immediatamente prima della loro insorgenza¹¹⁷, e nel corso le saccadi non solo lo spazio, ma anche il tempo percepito è soggetto a *compressione*¹¹⁸. In particolare, la compressione del tempo percepito può essere desunta dal fatto che

¹¹⁷ Cfr. Morrone *et al.* (1997).

¹¹⁸ Cfr. Morrone *et al.* (2005).

brevi intervalli di tempo tra due stimoli perisaccadici visivi vengono sottostimati se presentati intorno al tempo di insorgenza dei movimenti oculari. Spazio e tempo potrebbero dunque essere mediati da un comune meccanismo neurale, probabilmente connesso allo spostamento predittivo dei campi recettivi di diverse aree visive nel corso delle saccadi. Inoltre, in una brevissima finestra temporale, compresa tra i 70 e i 30 msec *prima* dell'insorgenza della saccade, si verifica anche un'*inversione nell'ordine temporale* stimato per due diversi *target* visivi, a patto che questi siano presentati a distanza di circa 50 msec l'uno dall'altro¹¹⁹.

L'importanza di questo risultato non consiste solo nell'aver fornito conferma sperimentale ad una conclusione ottenuta primariamente attraverso il ragionamento teorico, ma anche e soprattutto per aver mostrato per la prima volta che la visione, precedentemente considerata un fenomeno specificamente inteso a localizzare oggetti nello spazio, indica invece “che il cervello ha a che fare altrettanto con il tempo”¹²⁰. Il fatto che i momenti di cecità dovuti alle saccadi interessino non solo lo spazio, ma anche il tempo, non basta ad tuttavia affermare che vi è una relazione non contingente tra spazio e tempo. Isoleremo dunque la componente *temporale*, per scorgerne in ultima analisi la struttura logica indipendente, sciolta dalla mescolanza con altre determinazioni empiriche.

8. Cronostasi ed estensione temporale del percolato saccadico all'indietro del tempo

Come spesso accade nel procedere scientifico, il dischiudersi di un nuovo ambito di scoperte intorno alla temporalità della percezione non ha ridotto il terreno dell'ignoto più di quanto non abbia al tempo stesso disseminato nuovi interrogativi e generato aporie inedite. Le

¹¹⁹ L'esistenza di diversi errori percettivi, connessi alla stima della durata di intervalli consecutivi, sembra concordare con la letteratura sul cosiddetto *time-order error* (TOE), che raccoglie gli studi sull'influenza che l'*ordine* degli stimoli presentati esercita sulla durata percepita. In quest'ambito, si ritiene infatti che, “generalmente, il giudizio di durata tra due intervalli di tempo inseriti in una sequenza è sistematicamente errato”: cfr. Kanai & Watanabe (2006), p. 1120.

¹²⁰ Eagleman (2005a), p. 850.

scoperte intorno al tempo della percezione e dell'azione ruotano attorno a interrogativi cruciali, uno tra i più affascinanti dei quali riguarda i modi attraverso cui perveniamo alla costituzione di un'esperienza spaziotemporalmente unitaria e coerente a fronte della molteplicità di risposte e processi sensoriali attraverso cui elaboriamo le informazioni relative all'ambiente.

Come abbiamo finora solo accennato qua e là, il confronto tra i meccanismi fisiologici preposti all'elaborazione sensoriale e l'esperienza percettiva che sembra prodursi a partire da essi ha posto gli interpreti di fronte ad un problema cruciale: come è possibile per le vie dell'elaborazione sensoriale, che operano in modo temporalmente discontinuo e sono spazialmente distribuite in territori neurali talora assai distanti, generare un vissuto fenomenologicamente stabile e ininterrotto? Qual è l'istanza connettrice e unificatrice dell'esperienza?

Abbiamo visto come le saccadi introducano momenti di cecità nel corso dell'intera esperienza visiva¹²¹. Il problema è di fondamentale importanza e, lo anticipiamo ora, riguarda perlopiù l'intero mondo percettivo. Il fatto, del tutto ovvio per la coscienza comune, che il flusso dell'esperienza cosciente ci appaia ininterrotto e costante non è certo privo di problematicità ed aporie per la comprensione scientifica dei meccanismi percettivi, a motivo del carattere discreto con cui avviene primariamente l'elaborazione "dal basso" degli *input* ambientali, com'è attestato dalla successione dei movimenti saccadici.

La ricostituzione della continuità dell'esperienza visiva a fronte

¹²¹ La procedura per lo studio della cronostasi implica generalmente il paragone tra due o più intervalli consecutivi. Abbiamo visto come, data una successione di intervalli, tutti della medesima durata, la durata del primo e dell'ultimo viene percepita come più lunga rispetto alla durata agli altri, e che tale espansione interessa in misura maggiore il primo e l'ultimo intervallo della serie. Tuttavia, non è possibile qui distinguere tra gli errori che inficiano il primo intervallo da quelli che si verificano negli intervalli successivi. Dal punto di vista metodologico, infatti, agli effetti della cronostasi non v'è differenza tra gli intervalli, in quanto l'errore nella stima della durata soggettiva si verifica a prescindere da qualsiasi distorsione riguardante l'ordine temporale evidenziato nelle procedure utilizzate in sede sperimentale: cfr. Yarrow *et al.* (2010), p. 155. Yarrow e colleghi rifiutano anche, ritenendola arbitraria, l'interpretazione di I. Alexander e colleghi (2005), secondo cui la cronostasi sarebbe connessa al fatto che, nella modalità uditiva, il primo di una serie di intervalli uditivi appare più lungo rispetto a quelli successivi quando viene presentato sull'orecchio opposto rispetto alla serie rimanente – cfr. anche Hodinott-Hill *et al.* (2002).

dei momenti di cecità dovuti alle saccadi non è certo l'unico fenomeno che evidenzia il potere della soggettività di far fronte ai "buchi" che, nell'esperienza, possono essere di varia natura. Si tratti di un impedimento fisiologico (come la nota "macchia cieca"¹²² nella retina, priva di recettori visivi e quindi di "porte d'ingresso" per la ricezione di stimoli luminosi), o di un limite di natura fisica (come la porzione della scena visiva che avviene alle nostre spalle), sembra che in ogni caso ci muoviamo in un mondo fatto di "pieni" che si incastrano l'un l'altro senza soluzione di continuità. Tutto ciò che impedisce al nostro sistema visivo di accedere all'informazione ambientale, infatti, è sistematicamente "riempito" in modo tale che la continuità globale del campo percettivo non venga mai meno.

Dal punto di vista fenomenologico, possiamo dire che ha "realtà percettiva" anche ciò che non viene direttamente visto o percepito. Il "qui" e l'"ora" localmente percepiti implicano, "adombrandole"¹²³, le prospettive latenti ma comunque presupposte come presenti attorno all'oggetto percepito. Tali presenze adombrate sono "irriflesse" e si distinguono perciò dalle presenze intenzionalmente tematizzate. I limiti di natura fisica o fisiologica, che sembrano inficiare la continuità e la stabilità dell'esperienza, sembrano al limite mettere in questione la natura stessa dei percetti che risultano inaccessibili alla percezione, dal momento che ciò che esperiamo al loro posto non è qualcosa che sia presente in senso proprio nell'ambiente. Il punto cieco è infatti "ricoperto" nella coscienza visiva, in modo tale che non vediamo mai una macchia nera in corrispondenza di esso, mentre, d'altra parte, basta ruotare il proprio corpo per accedere alla scena che si svolge alle nostre spalle; in ciascuno di questi casi, non possiamo dire propriamente di "vedere" il veduto o il visibile.

Gli effetti percettivi prodotti dalle saccadi coinvolgono direttamente non solo la componente spaziale ma anche, e in modo tanto più sorprendente, gli aspetti temporali dei percetti visivi, ma,

¹²² Come abbiamo visto, nel punto cieco, gli assoni delle cellule riunite nel nervo ottico abbandonano la retina e rientrano verso i centri di elaborazione superiore, lasciando l'area corrispondente priva di recettori e, quindi, sbarrando la strada agli stimoli luminosi in ingresso).

¹²³ La nozione husserliana di adombramento rimanda proprio a tutto ciò che, pur facendo parte dello spazio percettivo, non viene tuttavia direttamente percepito, e la cui presenza è dunque "adombrata" rispetto alla percezione attuale.

questa volta, non a causa di impedimenti fisici o fisiologici, bensì in virtù della natura stessa del sistema visivo. L'interruzione continua della continuità temporale dei segnali visivi in ingresso è, per via delle saccadi, così sistematica che si può dire che tale condizione fisiologica stia di fatto alla base della possibilità dell'esperienza visiva *tout court*.

Come è possibile affrontare la questione fondamentale relativa all'opposizione, apparentemente esclusiva, tra esperienza fenomenologica ed analisi sperimentale? Se l'esperienza consiste in una progressione ininterrotta di fissazioni, senza alcun *gap* saccadico intermedio¹²⁴, come è possibile avere un'esperienza visiva senza soluzione di continuità, data la sistematica e costante "interruzione" introdotta dai movimenti saccadici? Più in generale, come è possibile la costituzione di una rappresentazione continua e costantemente aggiornata di un mondo ordinato, coerente e saldamente unitario, se ad ogni grado dell'elaborazione sensoriale questo stesso "mondo" appare frantumato in una congerie di atomi separati e apparentemente privi di una connessione sensata?

In sede sperimentale è possibile osservare un fenomeno peculiare, che si verifica in continuazione nel corso dell'esperienza visiva, ma di cui ci rendiamo conto solo sotto particolari condizioni. Come abbiamo visto, nel corso di una saccade la visione viene "oscurata", e l'osservatore non può dire con precisione se l'oggetto abbia cambiato posizione. Tuttavia, se l'oggetto viene fissato accuratamente al termine della saccade, l'osservatore può essere indotto a ritenere che l'oggetto abbia occupato la stessa posizione durante l'intero movimento oculare. Ad esempio, se volgiamo improvvisamente lo sguardo alla lancetta dei secondi di un orologio quando questa ha appena terminato il suo breve tragitto al secondo successivo, abbiamo l'impressione che il tempo "si fermi per un istante", riprendendo a scorrere quando la lancetta ricomincia il suo moto verso l'indice successivo.

Si parla, in questi casi, di *cronostasi*, in quanto si tratta di una possibile condizione della "costanza oggettiva", ossia del fatto che gli oggetti di cui facciamo esperienza sembrano permanere nella loro identità nel tempo nonostante la variabilità spazio-temporale dell'esplorazione visiva. La "cronostasi" consisterebbe proprio in questa apparente dilatazione del tempo percepito, che emerge quando

¹²⁴ Cfr. Yarrow *et al.* (2010).

confrontiamo l'esperienza soggettiva con lo scorrere discreto e imparziale della lancetta di un orologio: "l'illusione si verifica perché il cervello estende il percepito del *target* saccadico all'indietro nel tempo"¹²⁵, collocandolo temporalmente in un istante che precede immediatamente l'inizio del movimento saccadico. L'estensione della durata percepita per il *target* visivo sarebbe così, in questa prospettiva, "uno dei meccanismi che 'riempiono' il 'gap' percettivo durante la soppressione saccadica"¹²⁶. Anche "l'assunzione di una posizione costante del *target* è connessa a una percezione temporale estesa dell'oggetto, così come viene visto alla fine della saccade"¹²⁷.

Va osservato che la cronostasi non si riferisce propriamente ad alcun meccanismo fisiologico associato ai movimenti saccadici né, più in generale, alle modalità di ricezione e di elaborazione degli stimoli sensoriali; non si tratta nemmeno di un effetto dovuto alle configurazioni di attività neurale nel corso della presentazione degli stimoli visivi né, infine, si tratta di un effetto di cui potremmo accorgerci spontaneamente, in assenza dell'intervento di qualche fattore esterno: nell'esempio riferito, è la presenza dell'orologio, che, sotto le particolari condizioni descritte, fa sì che un secondo *sembri* durare più a lungo di quanto duri *realmente*.

La *cronostasi* fa invece riferimento ad un'ipotesi interpretativa, formulata in ordine al tentativo di spiegare come perveniamo alla rappresentazione di un mondo che evolve senza interruzioni – nonostante i *gap* cui le saccadi sottopongono l'esperienza visiva – in virtù di un processo di espansione all'indietro nel tempo degli stimoli soppressi dai movimenti saccadici. Il fatto che la collocazione temporale finale del *target* percepito non coincida con l'inizio della saccade, ma preceda quest'ultima di 120 msec, ci induce in effetti a ritenere che l'esperienza cosciente sia una ricostruzione continua e *a posteriori*, emergente da molteplici processi cognitivi come la cronostasi ed altri meccanismi coinvolti nella generazione della costanza oggettiva.

8.1. Analisi sperimentale degli effetti della cronostasi

¹²⁵ Ivi, p. 302.

¹²⁶ Ibid.

¹²⁷ Ivi, p. 304.

I risultati sperimentali dettagliati a sostegno dell'ipotesi della cronostasi saccadica sono molteplici. In primo luogo, “[l]a cronostasi saccadica è più ampia per saccadi prolungate che per saccadi brevi”¹²⁸. In effetti, è piuttosto intuitivo pensare che, se la cronostasi serve davvero a coprire il vuoto generato dalla soppressione saccadica, allora l’espansione temporale sarà tanto più ampia quanto più estesa sarà la durata della soppressione. Non solo sovrastimiamo la durata di uno stimolo appena fissato, ma l’ampiezza dell’errore dipende dalla durata della saccade stessa. Questa variazione sistematica, consistente nella crescita concomitante dell’errore nella stima temporale e dell’ampiezza della saccade (la quale, a sua volta, deve essere in corso o, al limite, appena terminata¹²⁹) è chiamata “effetto della lunghezza della saccade”¹³⁰.

Sulla base di quanto sappiamo sulle teorie pre- e postdittive, possiamo comprendere come una tale proposta, detta anche “ipotesi dell’antedatazione” (in quanto lo stimolo postsaccadico viene antedatato ad un istante appena precedente l’inizio del movimento oculare), si presti a una duplice interpretazione. Da un punto di vista *retrospettivo*, si potrebbe pensare che gli stimoli perisaccadici siano elaborati *a posteriori*, appena prima di dare avvio ai giudizi di durata. In un orizzonte *prospettivo*, invece, il processo di temporizzazione sarebbe iniziato automaticamente *prima* dell’inizio della saccade, rientrando in modo “naturale” nel giudizio temporale¹³¹.

Nell’ambito della percezione tattile, ad esempio, dove pure si verificano fenomeni di cronostasi, si suppone che l’effetto dipenda dall’incertezza circa il momento in cui lo stimolo comparirà – incertezza che manca quando è il soggetto che, premendo un pulsante, dà inizio

¹²⁸ Ivi, p. 150.

¹²⁹ Cfr. Brown & Rothwell (1997).

¹³⁰ Cfr. Yarrow *et al.* (2010), p. 151. Saccadi di 22°, ad esempio, inducono a ridurre a 880 msec la durata percepita per 1 secondo reale, che scende invece a 811 msec quando la percezione visiva è accompagnata da saccadi di 55°.

¹³¹ Yarrow e colleghi hanno rilevato come, pur presentando la nostra incapacità di percepire il movimento nel corso di una saccade, gli studi precedenti – in particolare quelli intorno alla soppressione saccadica – cfr. Ross (2001) – e al mascheramento retroattivo dell’immagine postsaccadica – cfr. Campbell (1978) – non rendevano pienamente conto della nostra incapacità di esperire le interruzioni visive dovute alle saccadi, che invece l’ipotesi dell’antedatazione sarebbe in grado di spiegare.

allo stimolo¹³². In ogni caso, poiché i resoconti soggettivi mostrano che lo stimolo sembra venir percepito circa 50 msec prima del movimento oculare – il che sarebbe una contraddizione fisiologica, a meno di ammettere un processo cronostatico –, sembra di dover ammettere come vera “l’ipotesi, secondo cui la sequenza temporale [*timeline*] degli eventi ricordati subito dopo una saccade non è veritiera”¹³³.

In secondo luogo, dal punto di vista empirico, l’ampiezza della cronostasi (la quale, come abbiamo visto, è influenzata da fattori intrinseci come la durata della saccade) non è invece affetta da altri fattori esterni, come la durata dello stimolo. L’ampiezza dell’estensione del percepito all’indietro nel tempo è infatti costante e indipendente dalla durata del *target* saccadico¹³⁴. Questo dato lascia comunque un margine di incertezza, dal momento che il confronto tra la misura soggettiva (la durata percepita per lo stimolo post-saccadico) e la registrazione oggettiva dell’evento percettivo osservato (l’inizio del *target* post-saccadico) rimane pur sempre problematico.

A differenza che in fisica, infatti, in campo psicofisiologico la durata percepita può essere influenzata da fattori non-temporali¹³⁵, come la grandezza dello stimolo, e ciò anche indipendentemente dall’allocazione della facoltà attentiva verso questo tipo di proprietà. Ciò significa che l’informazione visiva non temporale non deve necessariamente essere elaborata intenzionalmente e consapevolmente per influenzare la durata percepita. Tuttavia, il fatto che gli effetti di proprietà non-temporali sulla stima della durata siano comunque modulati dalla durata dei percetti ha portato a concludere che un contesto temporale sia comunque necessario a portare alla luce la rilevanza di tali proprietà nella stima temporale¹³⁶.

¹³² Cfr. Yarrow (2003). Contro l’interpretazione di Yarrow (2003) cfr. Park *et al.* (2003).

¹³³ Yarrow (2010), p. 150.

¹³⁴ Cfr. Yarrow *et al.* (2004).

¹³⁵ Cfr. Allan (1979).

¹³⁶ Cfr. Rammsayer & Verner (2014). Yarrow (2010) esclude anche che la cronostasi sia generata da fattori esterni alla percezione, come ad esempio a dei ragionamenti, i quali prenderebbero il posto della stima percettiva della durata. Dal punto di vista metodologico, il ricercatore afferma l’improbabilità che la cronostasi saccadica emerga da fattori visivi relativi all’area foveale, dal momento che la cronostasi potrebbe emergere addirittura a prescindere dalla completa stimolazione del campo visivo: cfr. Yarrow (2010), p. 156. Un ultimo fattore di cui Yarrow

In terzo luogo, il *timing* cui l'inizio di uno stimolo postsaccadico è soggettivamente riferito precede di gran lunga il *timing* riferito per lo stesso stimolo presentato durante una fissazione. In altre parole, se uno stimolo viene presentato nel corso di una *stasi* oculare, il suo tempo d'inizio verrà coscientemente collocato molto *più tardi* rispetto allo stesso stimolo presentato appena dopo un movimento oculare. La collocazione temporale cosciente degli stimoli postsaccadici precede dunque la collocazione cosciente degli stimoli che appaiono nel corso di fissazioni oculari. In particolare, oltre a precedere il momento in cui viene ricevuto nell'area foveale, il *timing* percepito per l'inizio di uno stimolo postsaccadico può addirittura precedere la sua comparsa sullo schermo. Ciò significa che la collocazione cosciente di uno stimolo postsaccadico posiziona quest'ultimo tanto indietro nel tempo da toccare istanti che precedono la reale comparsa dello stimolo.

In quarto luogo, non si verifica alcuna cronostasi quando il *target* saccadico si sposta improvvisamente nel corso di una saccade¹³⁷. L'estensione di un percolato all'indietro nel tempo sembra invece verificarsi solo quando il soggetto percepisce che il *target* è stazionario. Quando, invece, quest'ultimo viene dislocato durante la saccade, i soggetti “correggono” la saccade in tempo reale, espandendola nel tempo in modo tale da “inseguire” il *target* visivo. Sebbene, dunque, non si verifichi quando il *target* saccadico viene dislocato in maniera percettibile nel momento in cui la saccade è in corso, la cronostasi si presenta invece ogniqualvolta il dislocamento non viene notato (o non avviene del tutto), o quando, nel corso della saccade, accanto al *target* visivo intervengono altri elementi di distrazione¹³⁸.

Ora, nel mondo visivo vige generalmente l'aspettativa ragionevole che il mondo non cambi poi molto durante un movimento saccadico. Questo spiegherebbe anche perché la percezione venga

esclude la rilevanza nel processo cronostatico è l'*arousal* (letteralmente “risveglio, eccitazione”), che potremmo definire come il grado di attivazione nervosa che si scatena in risposta alla comparsa di un *input* ambientale significativo, il quale provoca un'intensificazione del grado di vigilanza e di attenzione.

¹³⁷ Cfr. Yarrow *et al.* (2001).

¹³⁸ Questo sembrerebbe anche confermare il punto di vista prospettivo sulla cronostasi, legato all'imprevedibilità con cui tale processo avviene nelle diverse condizioni analizzate. Il fatto che in laboratorio tale processo sia prevedibile, tuttavia, mina a sua volta tale ipotesi, rafforzando la sua rivale – la teoria retrospettiva.

rimodulata ogni volta che vi è un'evidenza contraddittoria rispetto all'aspettativa riguardante la continuità perisaccadica. In altri termini, il dislocamento del *target* saccadico violerebbe l'aspettativa sulla continuità del mondo esterno, interrompendo così la tendenza sistematica ad anteporre nel tempo lo stimolo postsaccadico¹³⁹.

Infine, la cronostasi ha grandezza simile per saccadi di diverso tipo e grandezza¹⁴⁰, e potrebbe riflettere lo spostamento recettivo dei neuroni visivi, i quali, come abbiamo visto, iniziano a rispondere alla presenza di uno stimolo prima che sia iniziata la saccade che ricondurrà proprio quello stimolo al campo recettivo corrispondente.

Queste scoperte, da un lato tanto sorprendenti e chiarificatrici dei meccanismi della stabilità percettiva, introducono d'altro canto altrettante questioni e problematiche che tenteremo qui di analizzare e risolvere. L'aver portato alla luce l'esistenza di un meccanismo soggiacente alla continuità visiva, infatti, non spiega ancora *come* esso sia possibile. Quali sono le *condizioni*, ad esempio, della *compressione* della durata percepita? *Come* avviene l'estensione di un percepito *all'indietro nel tempo*? *Come* è possibile l'estensione nel tempo della saccade? Annullando il tempo trascorso o rallentando il suo trascorrere? Per tacere del fatto che, per compiere queste operazioni di soppressione o rallentamento del tempo, occorre impiegare del tempo, ridando fiato ai paradossi zenoniani sulla irraggiungibilità di un determinato obiettivo temporalmente determinato.

8.2. La cronostasi nella modalità uditiva

La cronostasi è un fenomeno precipuamente visivo o si verifica anche in altre modalità sensoriali? Come vedremo in questo paragrafo, il fenomeno è così esteso da riguardare l'intera facoltà percettiva. Ad esempio, alcune ricerche hanno messo in luce come esso emerga anche nel sistema uditivo e non solo in quello visivo, come era stato

¹³⁹ Relativamente al rapporto tra spazio e tempo, l'aggiustamento del *timing* degli eventi potrebbe avvenire senza una complementare modifica nella visione spaziale globalmente considerata.

¹⁴⁰ Cfr. Yarrow *et al.* (2004).

precedentemente affermato¹⁴¹. Quando siamo al telefono, in attesa di una risposta, può capitare che ci distraiamo momentaneamente (scarabocchiando su un blocchetto per gli appunti, cambiando canale in TV, o sovrapponendo alla cornetta una conversazione con un'altra persona); quando la nostra concentrazione torna alla conversazione telefonica, può sembrare che, per un istante, la linea sia caduta. L'illusione può avvenire in due modi: rimuovendo momentaneamente la cornetta per poi riavvicinarla all'orecchio, oppure mantenendo la cornetta all'orecchio e distraendoci momentaneamente, per poi ricondurre l'attenzione al segnale telefonico. Anche qui, sembra “il tempo che precede il segnale telefonico successivo venga illusoriamente allungato [nella percezione soggettiva]”¹⁴².

Il fenomeno cronostatico è rinvenibile ogniqualvolta confrontiamo la durata di intervalli uditivi vuoti (silenziosi) dopo aver momentaneamente distolto l'attenzione dall'orecchio connesso alla cornetta, ad esempio spostando la concentrazione da un orecchio all'altro per giudicare l'intervallo di tempo tra due suoni trasmessi in cuffia¹⁴³. In breve, quando due suoni sono presentati nel medesimo orecchio, riusciamo a stimare (quasi) correttamente la durata dell'intervallo. Quando invece dobbiamo spostare l'attenzione da un orecchio all'altro, i nostri giudizi uditivi evidenzieranno un'espansione della durata percepita, dovuta ad un effetto cronostatico.

Questi risultati confermerebbero la teoria secondo cui la facoltà di stimare il tempo si fonderebbe sull'esistenza di “un singolo orologio multimodale per il giudizio sulla durata, piuttosto che [su] un meccanismo dipendente dagli atti motori”¹⁴⁴. L'affermazione fa riferimento ai modelli psicologici sulla percezione del tempo, in base ai quali questa sarebbe mediata da un “*pacemaker*” interno che accumula una serie di “*tic*”, proprio come un comune orologio. La comparsa di

¹⁴¹ Dal fatto che la cronostasi non sembra verificarsi nel caso di treni di stimoli uditivi, ad esempio, Rose e Summers (1995) avevano concluso che i meccanismi attivati dalla cronostasi sarebbero circoscritti al sistema visivo.

¹⁴² Ivi, p. 1779.

¹⁴³ Cfr. Hodinott-Hill *et al.* (2002). Nella percezione soggettiva, un secondo reale viene giudicato come lungo solo 825 msec se dobbiamo spostare l'attenzione da un orecchio all'altro, mentre mostra di durare 955 msec in caso contrario, vale a dire quando ci distraiamo momentaneamente focalizzandoci comunque sulla temporalità percepita attraverso lo stesso orecchio.

¹⁴⁴ Ivi, p. 1779.

ogni nuovo evento determinerebbe un incremento della frequenza di accumulo dei *tic*, il che si tradurrebbe in un *rallentamento* del tempo percepito, come quando, ad esempio, il numero degli eventi entro l'intervallo cresce dal punto di vista quantitativo. In questi modelli, si ritiene che la cronostasi non si verifichi se lo stato di veglia rimane sotto la soglia minima di *arousal* o questo è per qualche motivo attenuato.

In ultima analisi, la cronostasi sarebbe un meccanismo indipendente sia dal dominio visivo sia dai meccanismi di correzione propri delle saccadi. La somiglianza di questi risultati con quelli sulla cronostasi saccadica lascia infatti supporre che la cronostasi non dipenda né dalla visione, né dai movimenti oculari, né, infine, dal mutamento della localizzazione degli oggetti, ma “che un meccanismo comune di *timing* possa soggiacere alla cronostasi”¹⁴⁵ generalmente considerata.

Quali sono i punti principali di somiglianza e quelli di discordanza tra la cronostasi saccadica e quella uditiva? Le somiglianze sono molteplici. Anzitutto, in entrambi gli esperimenti la cronostasi è indotta da un movimento attivo da parte dei soggetti dell'esperimento: sono infatti questi ultimi a dare inizio all'intervallo da stimare, premendo un pulsante attraverso un atto motorio. Ciò non sembra però implicare che il meccanismo della cronostasi dipenda dalla risposta manuale, giacché vi può essere cronostasi addirittura in assenza di alcun movimento oculare. Inoltre, in entrambi gli esperimenti il compito dei soggetti consiste nello spostare il *focus* dell'elaborazione sensoriale da un punto all'altro dello spazio (nel caso della cronostasi saccadica) o del corpo (nel caso della cronostasi uditiva). Ciò non sembra tuttavia un fattore sufficiente a spiegare da solo i risultati sperimentali, dal momento che lo spostamento dell'attenzione spaziale non rientra in modo essenziale durante il verificarsi della cronostasi.

Accanto alle somiglianze, vi sono anche importanti differenze tra i due tipi di cronostasi. La più importante è che, mentre la cronostasi saccadica non si verifica quando l'orologio è costantemente fissato, gli studi sulla cronostasi uditiva si servono al contrario della presentazione di stimoli in condizioni di fissaggio, consentendo tra l'altro ai ricercatori di osservare gli effetti cronostatici dovuti alla repentina presentazione di un nuovo stimolo. In conclusione, si può dire che questa estensione della cronostasi nel dominio uditivo implica che tale illusione emerge

¹⁴⁵ Ivi, p. 1780.

come una caratteristica legata alla richiesta di un compito nuovo, a prescindere dalla modalità sensoriale in cui viene presentato l'*input*¹⁴⁶, il che, come abbiamo visto, confermerebbe le teorie contemporanee basate sull'esistenza di un *pacemaker*, e accrediterebbe inoltre l'ipotesi di un unico meccanismo di *timing* per la percezione e l'azione.

8.3. Distorsione di spazio e tempo per stimoli presentati a metà strada tra fissazione iniziale e target saccadico

Abbiamo visto come gli stimoli visivi perisaccadici tendano ad essere percepiti o prima o dopo la saccade¹⁴⁷ e, inoltre, come vi sia una piccola finestra temporale in cui il tempo percepito non solo decelera, ma inverte addirittura il cammino¹⁴⁸. Inoltre, va ricordato che “la grandezza delle distorsioni temporali è covariante rispetto all'errore nella localizzazione spaziale e i due fenomeni possiedono anche dinamiche simili”¹⁴⁹. Le distorsioni perisaccadiche dello spazio e del tempo sono dunque correlate, e potrebbero essere prodotte dai meccanismi di rimappaggio temporaneo dei neuroni visivi attorno al tempo di insorgenza delle saccadi. Il tempo percepito per gli stimoli presentati nel corso delle saccadi subirebbe infatti un ritardo pari a 50-100 msec, il che sembra aderire da vicino alle scoperte sulla cronostasi saccadica.

I due fenomeni vanno tuttavia distinti. Mentre la cronostasi saccadica si riferisce ad uno stimolo ben localizzato dal punto di vista spaziale¹⁵⁰, sul versante strettamente temporale l'effetto si riferisce a stimoli supplementari che si trovano a metà strada tra il *target* saccadico e il punto della fissazione iniziale, e quindi al di fuori del *focus* attentivo. Inoltre, la cronostasi viene osservata oltre un secondo dopo il termine della saccade, mentre l'effetto di decelerazione e di distorsione temporale si svolge entro un intervallo molto più breve. Si ritiene che questi “effetti percettivi riflettano l'azione di meccanismi percettivi

¹⁴⁶ Ivi, p. 1781.

¹⁴⁷ Cfr. Morrone *et al.* (2005).

¹⁴⁸ Cfr. Binda *et al.* (2009), p. 13155. Cfr. anche Kitazawa (2002), e ancora Morrone *et al.* (2005).

¹⁴⁹ Binda *et al.* (2009), p. 13147.

¹⁵⁰ Su ciò si veda Georg & Lappe (2007).

implicati nella trasformazione del sistema di coordinate da una fissazione dello sguardo ad un'altra"¹⁵¹.

Questo confermerebbe nuovamente il ruolo dell'anticipazione predittiva del rimappaggio delle rappresentazioni visive nella generazione della stabilità visiva, in cui si rifletterebbero diversi fenomeni "illusori" come la distorsione spaziale di stimoli perisaccadici o la distorsione del tempo percepito per essi. Anche la forma e l'ampiezza dei campi recettivi sarebbe influenzata dal rimappaggio predittivo: nell'area LIP, i campi recettivi spaziali sembrano espandersi per abbracciare le posizioni retiniche degli stimoli pre- e postsaccadici e, in generale, la latenza neuronale muta negli intorni perisaccadici. Questi mutamenti nelle risposte neurali generano anche un'estensione dei campi recettivi nello spazio e nel tempo. In tutti questi casi, "la rappresentazione neuronale del campo visivo è momentaneamente distorta, e probabilmente causa il dislocamento sistematico di stimoli visivi presentati momentaneamente (*flashed*) intorno al tempo di insorgenza della saccade"¹⁵².

La cosa interessante è che il tempo appare qui codificato senza che si faccia riferimento esplicito ad alcun "orologio" interno o a qualche meccanismo di accumulo di pulsazioni, come in alcuni dei modelli sulla percezione temporale che abbiamo incontrato sopra. L'elaborazione del tempo avverrebbe bensì in modo intrinseco e direttamente connesso alla temporalità delle risposte neurali distribuite e preposte alla codifica degli stimoli sensoriali. La percezione della durata sembra piuttosto dipendere da molteplici meccanismi spazialmente distribuiti e organizzati in coordinate spaziotopiche.

8.4. La metrica comune fra tempo, spazio e quantità numerica nell'elaborazione della grandezza dei percetti visivi

Una serie di evidenze sperimentali, legate alle distorsioni temporali dei percetti visivi al tempo di insorgenza delle saccadi, ha fatto emergere l'esistenza di un "sostrato comune" per la percezione non solo del tempo e dello spazio dei percetti sensoriali, ma anche della

¹⁵¹ Binda *et al.* (2009), p. 13155.

¹⁵² Ivi, p. 13156.

loro quantità numerica¹⁵³. In altre parole, vi sarebbe un unico sistema di misura per l'elaborazione della quantità in generale – sia essa di tipo numerico, spaziale o temporale. L'esistenza di una “metrica percettiva” comune¹⁵⁴ a spazio, tempo e quantità numerica, che coinvolge l'attività neurale di aree come il solco intraparietale e la corteccia prefrontale, è stata confermata da numerosi risultati sperimentali. Ciò che accade agli attributi spaziali e temporali degli stimoli percepiti al tempo di insorgenza delle saccadi avviene, infatti, anche nel caso delle quantità numeriche: mentre in istanti lontani dai movimenti oculari la stima della quantità numerica sarebbe “veritiera”, in prossimità delle saccadi la quantità numerica viene sottostimata della metà del suo valore reale.

Questo indica che l'andamento temporale della compressione della quantità numerica è analogo a quello della compressione dello spazio e del tempo. La compressione, per tutti e tre gli attributi, è massima all'inizio della saccade, e decresce poi nel corso dei 50 msec successivi, mentre non si verifica con saccadi soltanto simulate mentalmente ma non portate a compimento. Il fatto che gli animali, come anche gli infanti che non abbiano ancora sviluppato la capacità di contare, siano comunque in grado di stimare rapidamente (anche se non accuratamente) il numero di elementi di un insieme, ha fatto pensare che *la quantità numerica sia un attributo percettivo* al pari di tempo e spazio.

Proprio come tutti gli altri attributi primari di uno stimolo, anche il coglimento della quantità numerica sarebbe dunque suscettibile di adattamento nel tempo¹⁵⁵. In particolare, la presentazione di una serie di insiemi numerici cospicui induce a percepire gli stimoli successivi come via via meno numerosi. L'esistenza di una metrica comune soggiacente all'elaborazione di spazio, tempo e quantità numerica spiegherebbe anche perché gli animali dotati di un buon sistema visivo siano generalmente in grado di riconoscere la quantità numerica e addirittura di compiere alcune operazioni aritmetiche di base; inoltre, ciò spiegherebbe anche perché l'*ambliopia*, che comporta una percezione distorta dello spazio e una degradazione della capacità di risoluzione spaziale, influisca anche sui giudizi intorno alle quantità numeriche¹⁵⁶.

¹⁵³ Cfr. Walsh (2003).

¹⁵⁴ Cfr. Burr & Morrone (2010).

¹⁵⁵ Cfr. Burr *et al.* (2011).

¹⁵⁶ A ciò si aggiunga che anche alcune sostanze producono distorsioni simili per la percezione del tempo e della quantità numerica, e che negli esperimenti *double-task*

La compressione di tempo, spazio e quantità numerica nel corso dell'insorgenza delle saccadi sarebbe generata da processi neurali che consentono di mantenere la stabilità visiva a fronte di ogni nuovo rimappaggio delle coordinate della scena visiva. La deformazione concomitante dei tre attributi avrebbe il vantaggio di *mantenere costanti le proporzioni dell'informazione elaborata*, in modo da facilitarne il trasferimento da una rappresentazione retinica a quella successiva, riducendo altresì il carico di informazione da elaborare durante le saccadi. In altre parole, la relazione tra la compressione di spazio, tempo e quantità numerica consentirebbe all'informazione di essere globalmente "risalata" ad ogni comparsa dell'immagine postsaccadica, consentendo così un aggiornamento costante della scena visiva in seguito ad ogni movimento oculare. In modo piuttosto singolare, sembra che qui si faccia riferimento ad una spiegazione che viene spesso bandita dalla teoria scientifica, e cioè alla causa finale: si suppone infatti che la soggettività operi un processo di distorsione della percezione degli attributi sensoriali "al-fine-di" mantenere la stabilità visiva.

9. Conclusioni

Le modalità attraverso cui diversi fattori empirici influenzano la stima della durata sono ad oggi riccamente esplorate, e occupano una parte consistente della letteratura neuroscientifica. Lungi dal costituire, come può apparire a prima vista, una congerie di effetti isolati, solo superficialmente legati alla temporalità della percezione, tali elementi ci consentono al contrario di intravedere, seppur tra le maglie della loro eterogeneità, una connessione organica, in cui essi esprimono diverse sfaccettature del modo percettivo fondamentale del rapportarsi della soggettività al mondo.

Testimoniando il realizzarsi di una significativa rivoluzione copernicana in ambito neuroscientifico, l'interesse verso la varietà e pluralità dei modi attraverso cui si struttura l'esperienza temporale ha finito per far confluire l'interesse dei ricercatori verso la ricerca sulle strutture dell'esperienza temporale non tanto (o non solo) dal punto di vista delle proprietà degli stimoli, quanto piuttosto (anche) dal punto di

(in cui il compito è, appunto, duplice) l'atto di contare e quello stimare la durata interferiscono reciprocamente.

vista della *soggettività*. Dietro all'analisi degli aspetti più esteriori e superficiali dell'elaborazione sensoriale, infatti, si possono già intravedere i modi impositivi attraverso cui si estrinseca il rapporto dell'individualità al mondo, nel momento in cui questo viene assoggettato al dominio cognitivo del soggetto.

La possibilità stessa della temporalizzazione degli eventi mostra di avere a che fare in modo sostanziale con una capacità soggettiva di “dare senso” agli *input* sensoriali in modo tale che, generando rappresentazioni spaziotemporali che pure appaiono “distorte” se confrontate con ciò che ne misura l'analisi sperimentale, sono in realtà tutt'altro che “distorte” se si accetta di qualificare come sensata e coerente la nostra esperienza nel tempo. Non vi è nulla, nel primo di una serie di intervalli, che lasci immaginare che la sua durata verrà percepita come più estesa della durata degli intervalli successivi, come non vi è nulla, nell'equazione del moto di uno stimolo visivo, che lasci prevedere i risultati della temporalizzazione soggettiva a partire dai quali l'individuo ne riferisce la durata. Solo tenendo in considerazione i resoconti soggettivi in quanto “dati” tanto “scientifici” quanto i simboli numerici frutto dei calcoli sperimentali è dunque possibile trarre un significato profondo da una fenomenologia dei modi di temporizzazione dell'esperienza, da noi qui appena iniziata.

Che gli studi neuroscientifici sulla percezione temporale si servano di stimoli empirici, presentati normalmente nello spazio visivo, riposa su un assunto scientifico fondamentale: ciò che percepiamo è sempre una *determinazione* di *qualcosa* che accade *nel tempo e nello spazio* dell'esperienza. Ma sono gli oggetti a mutare, o è il tempo stesso che diviene, trascinando con sé gli eventi? Al livello fenomenologico, il tempo è pensato come un modo d'essere dei percetti sensoriali, e non può dunque essere “colto” di per sé. Il tempo non è qualcosa che scorra “a fianco” degli oggetti temporali, ma ne è piuttosto una proprietà (misurabile). Percepisco sempre un oggetto, mai lo spazio che esso occupa, così come percepisco sempre eventi *nel* tempo, mai, perlomeno direttamente, il tempo *in se stesso*.

L'espressione, assai comune, di “flusso temporale” si accompagna immediatamente all'idea che a fluire, per l'appunto, sia il tempo, e non gli oggetti in esso. Non meno fuorviante sembra l'affermazione che gli oggetti divengono “nel” tempo: l'espressione veicola infatti un'immagine del tempo come contenitore immutabile

“dentro al quale” gli oggetti mutano. Ma il tempo non è né un contenitore immutabile di newtoniana memoria, né qualcosa che scorra. Se il tempo divenisse, rispetto a cosa sarebbe il suo divenire? Se esso scorresse come gli eventi ordinari, quale sarebbe il “punto fermo” rispetto a cui il suo movimento avverrebbe?

L'errore consiste nell'ipostatizzazione reificante di una proprietà cui perveniamo solo secondariamente rispetto a (cioè a seguito di una riflessione su) gli oggetti, ossia in modo secondario rispetto alla loro apprensione nella sensazione. Se il tempo scorresse, non avremmo forse bisogno di un meta-tempo per stabilirne il mutamento? E, supposto che questo meta-tempo mutasse a sua volta, non finiremmo forse col dover introdurre un'ulteriore meta-meta-tempo per determinare il mutare del meta-tempo, e così via, all'infinito? Per stabilire che qualcosa muta, invece, siamo costretti a paragonarlo a qualcosa che non muta esso stesso: *il divenire è tale solo in riferimento al permanere di ciò rispetto a cui il divenire è tale* (sostanza del “mondo” o “Io” identico e permanente: i due poli a-temporali di ogni temporalizzazione dell'esperienza).

Gli studi sperimentali sulla temporizzazione dell'esperienza cosciente lasciano aperte alcune questioni cruciali. Il concetto di tempo è descrivibile *in toto* attraverso i modi attraverso cui lo percepiamo? È esso riducibile alle proprietà che ci consentono di parlare di “percezione temporale”? Cos'è percepito precisamente in questo tipo di percezione? Cosa rimane del “tempo” se togliamo tutte le determinazioni empiriche che ci consentono di scandirlo? Prima di entrare come “oggetto” nel giudizio, ossia prima di venire tematizzato come un “contenuto” di conoscenza, il tempo è in qualche modo presente nell'esperienza da cui scaturiscono i riferimenti soggettivi? Quali sono le condizioni di tale esperienza temporale? E, più in generale, quali le condizioni della tematizzazione del tempo come oggetto per il giudizio?

Una risposta a queste domande non è solo faticosa da formulare, ma anche impossibile, qualora non si siano chiariti i significati dei termini in gioco. Il fatto che, ad esempio, per assurgere al livello minimo di legittimità nella spiegazione scientifica, i percetti individuali debbano essere trasposti sul piano dei giudizi, dove essi vengono tradotti nel linguaggio discorsivo e categoriale proprio della funzione intellettuale, non è né innocuo né privo di problemi. Si tratta, in fin dei conti, di uno dei problemi filosofici fondamentali, relativo al contrasto tra l'apparente aleatorietà destrutturata delle sensazioni soggettive da un lato e,

dall'altro, la coerenza e la permanenza sostanziale del mondo obiettivamente strutturato ed elevato a contenuto di giudizio. Finora, abbiamo preceduto *come se* la corrispondenza del giudizio "oggettivo" col percolato "soggettivo" non creasse problemi. Questa "corrispondenza", ordinariamente assunta dal punto di vista epistemologico, va tuttavia analizzata nel suo fondamento ed esplorata nelle sue condizioni di possibilità.

Che immagine del tempo ci presentano le neuroscienze? Il tempo viene colto empiricamente a partire dai percetti sensibili. Cosa significa questo "a partire da"? È forse il tempo un concetto empirico tratto dall'esperienza che abbiamo di ciò che accade nel mondo sensoriale? Ciò è impossibile: infatti, come si potrebbe percepire la simultaneità o la successione negli oggetti se non avessimo *già* una nozione temporale di tali determinazioni? Come potrebbero gli oggetti mostrarcelle, se esse non fossero già in noi? Occorre invece ammettere che "[s]oltanto sotto questo presupposto ci si può rappresentare qualcosa che sia in un unico e medesimo tempo (simultaneamente), oppure in tempi diversi (successivamente)"¹⁵⁷, e che il tempo non è dunque un concetto empirico, ricavato dall'esperienza, né un concetto discorsivo, bensì una forma dell'intuizione presente nella soggettività prioritariamente ad ogni contatto con oggetti temporali. Esso è anzi condizione della temporizzazione di ogni evento sensoriale e dell'elevarsi a conoscenza di ogni percolato colto spaziotemporalmente; in questo senso, si può dire che esso è presente "a priori" in quanto struttura onnipresente nella costituzione dell'esperienza soggettiva.

Il fatto, attestato sperimentalmente, che si possano percepire durate "vuote", ossia prive di oggetti, indica che, rispetto alle entità fenomeniche in generale, "non si può eliminare il tempo in quanto tale, mentre si possono benissimo sottrarre i fenomeni dal tempo. [...] Questi ultimi potrebbero anche venir meno tutti quanti, ma il tempo stesso (in quanto condizione universale della loro possibilità) non può esser eliminato"¹⁵⁸.

Inoltre, che non vi sia soluzione di continuità nella nostra percezione del tempo indica che "[t]empi diversi sono soltanto parti di un solo e medesimo tempo [...] [che, inoltre,] tempi diversi non possono essere simultanei [...] [e, infine] che ogni determinata

¹⁵⁷ Kant (2004), p. 131.

¹⁵⁸ Ibid.

grandezza di tempo è possibile solo per mezzo di una limitazione di quell'unico tempo che sta a suo fondamento"¹⁵⁹. E infatti, quando si tratta di stimare la durata di un percetto o di una serie di oggetti, non percepiamo mai che vi è un *altro* tempo quando l'oggetto scompare, né che vi siano diversi tempi, uno proprio per ciascun oggetto. Il tempo è rappresentato come una serie infinita di "ora" che si susseguono senza soluzione di continuità. E proprio questa continuità, come abbiamo visto, è stata problematizzata in sede neuroscientifica per ricostruire i meccanismi della continuità del tempo percepito. Tale continuità, dunque, è presente nel soggetto insieme al processo di costituzione dell'esperienza e, dal punto di vista percettivo, coincide di volta in volta col tempo e con lo spazio percepiti.

9.1. Distorsioni: livello percettivo o categoriale? Concettualismo vs non-concettualismo

Le "distorsioni" del tempo percepito si generano al livello della ricezione sensoriale o vengono invece introdotte da funzioni mentali superiori, responsabili della costituzione dell'esperienza cosciente? La questione vede due possibili soluzioni. Una prima ipotesi consiste nel supporre che le distorsioni riguardino in effetti il livello percettivo: sembra infatti darsi il caso che già le modalità sensoriali ricostruiscano un quadro complessivo della realtà a partire da affezioni parziali e "deformate" rispetto al mondo "oggettivo" (si pensi, ad esempio all'immagine di Yarbus, che abbiamo incontrato nella *Premessa*). Come abbiamo visto, già il coglimento saccadico del mondo visivo sembra comportare una sorta di "distorsione" del mondo reale a coordinate retiniche bidimensionali. Questa visione abbraccia una posizione non-concettualista, secondo cui si può avere conoscenza (sensoriale) anche senza pervenire alla formulazione di un concetto per l'oggetto¹⁶⁰.

¹⁵⁹ Ivi, pp. 131-133.

¹⁶⁰ Il non-concettualismo si distingue dal concettualismo, secondo cui solo la conoscenza concettuale è conoscenza in senso proprio: il livello percettivo non potrebbe offrire alcun supporto alla conoscenza proprio perché non è autonomo, ma necessita dell'intervento di strutture intellettuali superiori.

La teoria libetiana della retrodatazione lascia supporre che le distorsioni riguardino i meccanismi attraverso cui si genera la consapevolezza, ma non il *contenuto* della consapevolezza stessa. Sembra dunque che, per Libet, le distorsioni avvengano perlopiù al livello percettivo: il riferimento del tempo dei percetti all'indietro nel tempo non emerge in fase di formulazione del giudizio, ma è un meccanismo squisitamente *percettivo*, che si colloca quindi sul piano dell'intuizione cosciente del tempo – sebbene noi non siamo “coscienti” di retrodatare.

La seconda ipotesi consiste nel riguardare le distorsioni non come appiattite sul livello percettivo, bensì come processi che si estendono alla dimensione categoriale propria della formulazione di giudizi: la struttura neurofisiologica del corpo umano non sembra infatti affidare alle configurazioni dei recettori sensoriali la capacità di elaborare gli stimoli in modo diverso da come essi si presentano, ossia come fotoni o scariche atomiche. Cionondimeno, come abbiamo visto, la capacità di costituire l'esperienza secondo le strutture *soggettive* della conoscenza è prepotentemente attiva e impositiva sin dai primi stadi dell'elaborazione del molteplice contenuto nel coglimento sensoriale dei percetti (cfr. ancora l'immagine di Yarbus), sebbene sia poi compito di facoltà superiori ricostruire un'immagine coerente e sensata del mondo percettivo.

In effetti, le “distorsioni” del tempo emergono non in sede percettiva individuale, bensì al livello del confronto tra i riferimenti soggettivi e il tempo misurato sperimentalmente. Quali sono dunque le *condizioni di possibilità* di tali distorsioni? È nel confluire dei giudizi soggettivi in proposizioni dotate di senso che gli scienziati possono attribuire a tali giudizi il carattere di distorsioni rispetto a ciò che si suppone aderire al tempo oggettivo. Ma c'è davvero qualcosa come un giudizio che “aderisce” al tempo “oggettivo”? Il giudizio individuale, in quanto tale, non è forse sempre generato in una prospettiva peculiare, propria del soggetto che lo formula, seppur in termini intersoggettivamente condivisibili? E non è proprio all'incrocio tra tale apertura all'intersoggettività e la privatezza del vissuto individuale inconscio che si generano le “distorsioni” del tempo percettivo?

Le distorsioni si costituiscono dunque nell'interazione tra lo scienziato e il soggetto dell'esperimento. Il punto di vista intersoggettivo accompagna infatti la riflessione che emerge quando lo scienziato interroga il soggetto dell'esperimento, al quale spetta di formulare il

giudizio sull'esperienza vissuta. Ma quali sono, allora, le condizioni del giudizio soggettivo? Il giudizio sorge in sede di riflessione sul tempo vissuto, ma nella riflessione è già in gioco un modello di intersoggettività, vale a dire un paradigma formalmente condivisibile con chiunque.

9.2. Tempo e intersoggettività

La domanda diventa dunque: *chi* o *che cosa* introduce il tempo oggettivo? Non si tratta forse sempre di un terzo rispetto al soggetto in prima persona che esperisce la successione o la durata temporale? *Chi* nota la distorsione non è forse egli stesso – lo scienziato – un individuo che si pone da un certo *punto di vista* tanto quanto il soggetto dell'esperimento? Si potrebbe dire che, come la simultaneità richiede la moltiplicazione dimensionale del tempo, allo stesso modo il tempo oggettivo richiede l'introduzione di una molteplicità di soggetti per emergere, ed è solo questa molteplicità che rende possibile il confronto tra il tempo come nozione isocrona e il tempo variabile e continuamente cangiante attestato dall'esperienza soggettiva.

In ultima analisi, è proprio in questo confronto che sorge la nozione di “distorsione”. I due ordini di eventi sono mantenuti uniti solo nella prospettiva dello scienziato, ma cosa succede se proviamo a capovolgere la prospettiva a favore del soggetto dell'esperimento? In questo caso, non scompare forse la nozione di “distorsione”, lasciando il posto a qualcosa che distorto non è, ma è bensì un flusso costante e senza soluzione di continuità che è immagine dell'esperienza soggettiva?

Altro è assoggettare la molteplicità di aspetti di un oggetto alla forma percettiva spazio-temporale, sotto la quale soltanto l'oggetto può rientrare in un'esperienza possibile – e, anzi essere un “oggetto” –, altro è decretare come “distorto” il carattere di una percezione rispetto al *pattern* spazio-temporale in cui l'oggetto (o il sistema di oggetti) si presenta al soggetto. Ma proprio tale *pattern* spazio-temporale non è *già* informato dalle strutture della soggettività? Non si tratta, in fin dei conti, di un mondo che *si presenta* al soggetto in quanto quest'ultimo contiene *già* in sé le forme *a priori* di tale assoggettamento? E non occorrerebbe dire allora che le distorsioni si producono *internamente* al soggetto, segnando il passaggio dal coglimento sensoriale alla

costituzione cosciente del mondo percettivo? Ma *come* fa poi il soggetto a passare da una percezione distorta ad una rappresentazione coerente dell'ambiente? Sembra che tale via ci sia preclusa, e che, anziché darci una soluzione, riproponga il problema internamente al soggetto.

O non bisogna forse ammettere che le condizioni di conoscibilità degli oggetti sono le stesse sotto cui gli oggetti devono porsi per essere tali? Si badi che l'*identità* qui non riguarda il *contenuto* dell'esperienza soggettiva e quello degli oggetti che appaiono (così sarebbe solo se la soggettività *producesse* gli oggetti), ma si riferisce alle *condizioni* di possibilità, per il soggetto, di costituire un'esperienza oggettiva e, per gli oggetti, di organizzarsi secondo le strutture *a priori* della soggettività. Se è così, allora i risultati emersi nell'ambito degli studi sulle "distorsioni" temporali del tempo percepito non contraddicono, bensì confermano l'assunto kantiano relativo al principio supremo dei giudizi sintetici *a priori*, secondo cui medesime sono le condizioni di possibilità dell'esperienza soggettiva e degli oggetti d'esperienza: né la misurazione temporale dei percetti, né le condizioni temporali della percezione soggettiva sono infatti alcunché di "arbitrario", ma coincidono anzi proprio nella loro condizione di possibilità. Come è possibile provare questa affermazione?

Le modalità messe in opera nel *setting* sperimentale contengono in sé la risposta. Tanto la taratura degli strumenti utilizzati per la registrazione temporale degli eventi rilevanti per l'esperimento (l'attivazione neurale di specifiche aree, la comparsa degli stimoli sullo schermo o sulla superficie cutanea dei partecipanti, e così via), quanto l'idea di tempo "oggettivo" che i soggetti tentano di eguagliare nel formulare giudizi temporali, sono tutti presupposti basati su una nozione di tempo come entità omogenea, regolare, isocrona, continua, adattabile a ogni durata e successione, in breve: sull'idea del tempo come flusso che accompagna regolarmente e oggettivamente tanto l'esperienza scientifica quanto l'esperienza soggettiva. Questo è perfettamente compatibile con l'attestazione che le distorsioni del tempo "soggettivo" hanno luogo a fronte di un tempo misurato, il quale corrisponde all'idea del tempo oggettivo e rappresenta la controimmagine delle "distorsioni" soggettive.

Infine, se è valido il principio supremo di tutti i giudizi sintetici *a priori*, formulato da Kant, perde anche di senso la domanda se ad essere distorto sia il tempo vissuto soggettivamente o quello costituito

oggettivamente nel giudizio. In altre parole, le distorsioni non sono modalità “soggettive” di cogliere il tempo oggettivo, ma, dato che quest’ultimo è pur sempre una costruzione soggettiva, le distorsioni diventano modalità soggettivo-oggettive della percezione di fenomeni sotto la condizione del tempo come *forma* altrettanto soggettivo-oggettiva dei processi mentali. Le distorsioni sono *prospetticamente* inevitabili, poiché la gravitazione attorno al punto dell’osservazione (e dell’azione) rispetto al mondo non consente all’essere percipiente (e all’agente) di collocarsi come cosa tra le cose: spazialmente, il percipiente non è un punto tra altri punti né, temporalmente, è un istante in una successione di istanti; se così fosse, la percezione del tempo e dello spazio soggettivi corrisponderebbe alla *misurazione* di proprietà spaziali e temporali dei percetti. Ma abbiamo visto che le distorsioni del tempo percepito manifestano proprio questa non corrispondenza tra i due modi del tempo.

CAPITOLO II.

Tempo e libertà.

Per un’ermeneutica kantiana della libertà pratica in sede neuroscientifica

1. Tempo e libertà nell'analisi concettuale e come problema (neuro)scientifico. Origine e sviluppo degli studi sulla temporalità dell'azione volontaria

Ogniqualvolta ci troviamo in presenza di ciò che chiamiamo una “decisione cosciente”, non v'è individuo, che sia dotato di un cervello come il nostro e di un corpo abile al movimento, che possa dubitare del fatto che si tratta di un evento guidato consapevolmente da un soggetto *libero*. Tale individuo sarebbe in grado non solo di operare una scelta, ossia di selezionare, entro una gamma di possibilità d'azione, quella corrispondente alla propria *volontà cosciente*; ma saprebbe anche portare a compimento l'atto motorio finalizzato alla realizzazione della propria deliberazione.

Si tratta di un'intuizione *pre-filosofica*, che vige quale presupposto in ogni operare quotidiano, e che ci consente normalmente di distinguere gli atti intenzionali da quelli automatici o involontari senza dover riflettere esplicitamente su di essi. Ciononostante, l'ovvietà del nostro ritenerci per natura *liberi di agire* incontra difficoltà sostanziali nel momento in cui tentiamo di “*definire* in modo coerente e rigoroso la proprietà cui tale intuizione si riferisce”¹⁶¹. Riflettere su tale concetto significa analizzarlo e renderlo rigoroso in modo da poterlo provare, confutare, o, al limite, mostrarne l'aporeticità.

A partire dai risultati ottenuti da B. Libet¹⁶² (ma prima di lui dal team di H. Kornhuber¹⁶³) sulla temporalità dell'azione e della percezione, tuttavia, la nostra certezza di essere agenti dotati di una

¹⁶¹ De Caro (2002), p. 8.

¹⁶² Cfr. Libet (2007).

¹⁶³ Cfr. Kornhuber & Deecke (1965).

volontà *libera* è stata profondamente scossa non da argomentazioni o convinzioni teoretiche, bensì da esperimenti confermati via via in modo sempre più preciso e stringente. Alla luce delle aporie portate alla luce dall'intreccio temporale in cui l'azione si estrinseca, la questione odierna del libero arbitrio¹⁶⁴ prende le mosse da un apparente paradosso: da un lato, la libertà è il presupposto necessario per poterci considerare responsabili delle nostre decisioni ed azioni; dall'altro, la "visione scientifica del mondo" sembra limitare, se non addirittura sopprimere, la possibilità di pensare a situazioni in cui la libertà trovi uno spazio autonomo nell'ambito dell'agire umano.

Il dibattito odierno sul libero arbitrio sembra essersi ormai assestato su concezioni assai generali dell'agire, in cui ciò che viene discussa è la possibilità o meno della libertà in un mondo più o meno deterministico¹⁶⁵, nonché la sua compatibilità con le leggi che governano apparentemente tutti gli altri fenomeni naturali¹⁶⁶. Gli scienziati che

¹⁶⁴ Come sottolinea M. De Caro (2002), è riduttivo pensare che vi sia soltanto *un* problema filosofico del libero arbitrio, che scaturisce dagli studi sulla temporalità dell'azione. Si può infatti considerare la libertà dal punto di vista *logico-concettuale*, che concerne la *possibilità* della libertà; oppure dal punto di vista *fattuale*, in cui si fa perno invece sulla *realtà* della libertà. Mentre il primo punto di vista ha carattere eminentemente filosofico, il secondo ha valenze empiriche che rendono imprescindibile il riferimento ai risultati sperimentali.

¹⁶⁵ "Il determinismo è la tesi secondo la quale ogni evento è un insieme di altri eventi che invariabilmente lo producono, in accordo alle leggi di natura (oppure, nella versione teologica del problema, in accordo con la preveggenza e la provvidenza divine). L'indeterminismo è la negazione della tesi deterministica": De Caro (2002), p. 8.

¹⁶⁶ Negli ultimi anni, si sono andati via via costituendo due principali schieramenti, articolatisi in seguito in diverse sotto-correnti di pensiero riguardanti la libertà dell'agire. La distinzione fondamentale è quella tra *compatibilismo*, a lungo dominante entro la tradizione empiristica, secondo cui libero arbitrio e determinismo sono appunto "compatibili", e *incompatibilismo*, secondo cui la tesi compatibilista è falsa. All'interno dei due schieramenti, i diversi autori si distinguono per le risposte che danno alla questione *fattuale* della libertà. L'incompatibilismo, ad esempio, si suddivide ulteriormente in *illusionismo*, che difende il determinismo e nega la possibilità della libertà, e in *libertarismo*, che nega il determinismo e difende la realtà del libero arbitrio. Secondo altri incompatibilisti, noi non siamo liberi o perché siamo vincolati al determinismo (*determinismo estremo*) o perché le nostre azioni sarebbero sì indeterministiche, ma l'indeterminismo sarebbe tanto incompatibile con la libertà quanto il determinismo (*scetticismo*). Sul versante del compatibilismo, invece, diverse posizioni sono emerse sulla base del riconoscimento che la

ritengono che i nostri atti siano interamente dominati da leggi deterministiche, che governerebbero l'attività neurale del cervello, dichiarano il libero arbitrio come qualcosa di "illusorio" e il sentimento di agire liberamente come un mero epifenomeno dell'esperienza, privo di qualsiasi potere causale¹⁶⁷. Se si ritiene che vi sia "un salto tutto da spiegare fra la categoria dei fenomeni *fisici* e la categoria dei fenomeni *soggettivi*"¹⁶⁸, allora la convinzione secondo cui il determinismo del mondo naturale può spiegare le funzioni e gli eventi soggettivi diviene una speculazione priva di fondamento.

La convinzione generale è che non vi sia una risposta "scientifica" che ci consenta di scegliere tra determinismo e non-determinismo circa la questione del libero arbitrio. Tuttavia, il fatto che, in certe situazioni, noi *sentiamo* di agire in base a una scelta *libera* e indipendente "fornisce una specie di prova *prima facie* che i processi mentali coscienti possono causalmente controllare alcuni processi cerebrali"¹⁶⁹. Per Libet, ad esempio, è più "interessante" una teoria che accolga il "fatto" fenomenologico per cui noi *sentiamo* di avere libero arbitrio, piuttosto che una teoria che lo consideri come una mera illusione. Insomma, la teoria secondo cui il libero arbitrio esiste sarebbe "un'opinione scientifica altrettanto buona, se non migliore, della sua negazione in base alla teoria deterministica delle leggi naturali"¹⁷⁰.

Due sono i requisiti generalmente assunti nel dibattito neuroscientifico contemporaneo come condizioni necessarie e sufficienti affinché un atto possa dirsi 'libero'¹⁷¹. In primo luogo, per essere libero di agire, l'agente deve avere a disposizione *corsi d'azione*

compatibilità tra libertà e determinismo non implica che il determinismo o la libertà si diano *di fatto*. Più che gli argomenti dell'incompatibilismo, ciò che nell'ultimo cinquantennio ha indebolito la posizione compatibilista sarebbe proprio "il suo fermarsi sulla soglia del problema: ma che cos'è infine una scelta? Che cos'è una decisione?": cfr. De Monticelli (2010), p. 112.

¹⁶⁷ A questo tipo di prospettiva Libet ha replicato che, sulla base del principio di indeterminazione di Heisenberg, della meccanica quantistica e della teoria del caos, "le scelte o le azioni libere non sono prevedibili, anche se vengono considerate come completamente determinate" e, viceversa, che "anche se gli eventi non sono prevedibili di fatto, ciò non esclude la possibilità che essi seguano le leggi della natura e siano perciò determinate": Libet (2007), p. 156.

¹⁶⁸ Ivi, p. 157.

¹⁶⁹ Ivi, pp. 158-159.

¹⁷⁰ Ivi, p. 160.

¹⁷¹ Ivi, pp. 8-9; cfr. anche De Caro (2010), p. IX.

alternativi tra i quali poter scegliere. In altre parole, egli non deve essere costretto da forze esterne a compiere una determinata azione. Inoltre, per potersi dire “libera”, un’azione deve essere il compimento di una scelta che discende direttamente dalla volontà propria dell’agente: essa non deve cioè avvenire in modo casuale. Il secondo requisito fa dunque appello all’*autonomia* o *autodeterminazione* dell’agente, che deve poter *controllare* le proprie scelte e le proprie azioni. Tale requisito si riferisce al controllo motorio da parte dell’agente, il quale deve poi riferire i tempi percepiti per l’inizio l’azione, nonché per la consapevolezza dell’intenzione di agire.

Come vengono istanziate questi due requisiti negli studi neuroscientifici sulla volontarietà degli atti motori? In genere, i partecipanti devono compiere un atto di cui decidono autonomamente il *tempo* d’inizio e, talora, la natura, sulla base delle istruzioni fornite loro dagli sperimentatori (ad esempio, scegliere se premere il pulsante di destra o quello di sinistra di una tastiera posizionata di fronte). Si tratta sempre di movimenti molto semplici, come la flessione di un polso o, appunto, la pressione di un pulsante.

Come gli stessi neuroscienziati contemporanei riconoscono, i primi studi mirati a stabilire la scansione temporale dei processi decisionali furono sorretti da una concezione fondamentalmente dualista, secondo cui il primo elemento a comparire nel processo volitivo è considerato l’evento “mentale” della volontà, che causerebbe l’attivazione cerebrale da cui procedono gli atti motori che portano a compimento l’azione. Più precisamente, tale concezione dualista parte dal presupposto per cui la volontà di agire e l’attivazione cerebrale che genera l’azione si trovano in un rapporto di successione causale. Libet stesso sembra corroborare tale critica quando, all’inizio del suo libro¹⁷², si chiede: “come possono le *attività fisiche* delle cellule nervose del cervello produrre *fenomeni di esperienza soggettiva conscia*, fenomeni *non fisici* [...]? Come si può gettare un ponte sull’abisso che separa il ‘fisico’ (il cervello) dal ‘mentale’ (le nostre esperienze cosce soggettive)?”¹⁷³.

La presupposizione che la causa *mentale* debba precedere l’effetto fisico (*neurale*) è implicita nel proposito libetiano di stabilire “se la volontà cosciente di agire [preceda] o [segua] l’azione del cervello”¹⁷⁴.

¹⁷² Cfr. Libet (2007).

¹⁷³ Ivi, p. 6.

¹⁷⁴ Ivi, p. 134.

Infatti, “solo in un’ottica dualistica è possibile pensare che il primo elemento a comparire temporalmente sia l’evento mentale della volontà di agire, che in un secondo tempo causerebbe l’evento fisico dell’attivazione cerebrale da cui nascono i comandi motori necessari per eseguire materialmente tale decisione”¹⁷⁵. Oltre al fatto che vi sono esempi, specialmente in fisica, in cui causa ed effetto sono *simultanei* (come nel caso del campo elettromagnetico), si può pensare che, “nello stato di coscienza, la causazione mente-cervello potrebbe mancare di direzionalità similmente alla relazione corrente elettrica-campo magnetico [e] che sia possibile ipotizzare una simultaneità dell’attività mentale e di quella cerebrale, con effetti causali reciproci, senza che una delle due debba necessariamente precedere l’altra”¹⁷⁶. Sebbene sorretti da una tale visione dualistica, i primi risultati sperimentali¹⁷⁷ sugli atti motori volontari accesero la miccia per una serie di studi, che finirono per minare i fondamenti stessi della nostra credenza, prima ritenuta indubitabile, di essere agenti *liberi* di compiere azioni conformi alla nostra volontà cosciente.

Quali sono i centri nervosi che si attivano nell’intervallo di tempo immediatamente precedente l’atto volontario? Naturalmente, la volontà di agire deve comparire *prima* dell’attivazione neurale da cui discendono i comandi motori che attivano i muscoli coinvolti nell’esecuzione motoria. Ora, vi è una regione cerebrale, situata al vertice del cranio e nota come area supplementare motoria o SMA, la quale si attiva circa 800 msec *prima* dell’inizio del movimento volontario. Tale attivazione cerebrale è denominata “potenziale di preparazione”, spesso chiamato anche “potenziale di prontezza” (*Bereitschaftspotential* o *readiness potential*). L’area supplementare motoria svolge un ruolo essenziale nella produzione dei movimenti volontari. Tuttavia, se questa è la prima area cerebrale che si attiva preliminarmente ad un movimento volontario, da cosa trae origine, a sua volta, la sua attivazione? Un’ipotesi plausibile consiste nel ritenere “che essa sia generata dall’evento non fisico ma mentale della *volontà* di compiere il movimento”¹⁷⁸.

¹⁷⁵ Tempia (2009), p. 14.

¹⁷⁶ Ivi, p. 29; e inoltre Tempia (2010), p. 101.

¹⁷⁷ Cfr. Kornhuber & Deecke (1965).

¹⁷⁸ Tempia (2009), p. 15. Il proscrittore degli studi sulla temporalità del processo volitivo fu B. Libet, cui si deve l’apporto forse più significativo nell’ambito degli studi neuroscientifici sul tema, non soltanto per l’importanza dei suoi risultati, in

2. Gli studi di Libet sulla temporizzazione degli atti volitivi coscienti. Retrodatazione e veto cosciente

Cosa accadrebbe se ci fosse una discrepanza tra l'*inizio dell'attività cerebrale* e il tempo in cui si genera l'intenzione *cosciente* di compiere un atto volontario¹⁷⁹? La risposta è frutto di scoperte sperimentali sorprendenti: l'RP comincia infatti circa 550 msec prima dell'attivazione dei muscoli corrispondenti all'esecuzione di un atto motorio semplice (come una rapida flessione del polso), realizzato da soggetti liberi di eseguirlo nel momento in cui ne "sentono il desiderio"¹⁸⁰. Naturalmente, l'attività cerebrale dà inizio al processo volitivo ben prima che si attivino i muscoli preposti al movimento desiderato.

Ma *quando* compare il "desiderio" o l'intenzione *cosciente* di eseguire il movimento? Se il comparire della volontà cosciente si rivelasse *successivo* al sorgere dell'RP, la concezione tradizionale del libero arbitrio e della volontà cosciente (secondo cui questi dovrebbero al contrario *precedere* l'attivazione cerebrale, per imporre al cervello il comando motorio) ne verrebbe seriamente compromessa¹⁸¹. Questo è

parte sconvolgenti per il senso comune, ma anche e soprattutto per il dibattito che ha fatto germogliare e per le ulteriori ricerche che ha ispirato. Libet, che concepiva il cervello come "l'organo' fisico cui sono deputate le funzioni mentali coscienti e inconscie" – Libet (2007), p. 11 –, era anch'egli convinto, come i suoi predecessori, "che il problema dei rapporti mente-cervello e quello delle basi cerebrali dell'esperienza cosciente possono essere studiati sperimentalmente" – ivi, p. 1 –, al pari di qualsiasi altra funzione mentale. Questa concezione si fonda chiaramente su un'idea antimetafisica dei processi mentali, la quale, lungi dall'appiattirsi su un materialismo scarno, riconosce tuttavia al campo del "mentale" un'autonomia irriducibile al mondo fisico. Liberandosi dal bisogno di evitare qualsiasi elemento su cui possa cadere quello che potremmo chiamare un "sospetto metafisico", Libet finisce ciononostante col perpetuare un dualismo in cui i due mondi (il "mentale" e il "fisico") sono tenuti causalmente separati, compromettendo fin da principio ogni tentativo di comprenderne l'unità di cui facciamo fenomenologicamente esperienza.

¹⁷⁹ Libet (2007), p. 129.

¹⁸⁰ Cfr. Libet (1999).

¹⁸¹ Per rispondere a questo interrogativo, Libet ideò un esperimento che faceva uso di un oscilloscopio a raggi catodici posto di fronte ai soggetti: un "orologio" diviso in 60 parti, il cui bordo esterno era percorso da un punto luminoso che completava

proprio ciò che accade se testiamo questo dubbio sperimentalmente: infatti, troveremmo che, quando *programmiamo in anticipo* l'intervallo di tempo entro cui agiremo, l'RP precederà di 800-1000 msec l'atto motorio. Quando, invece, agiamo *spontaneamente* e senza pianificare l'istante dell'inizio del movimento, l'inizio dell'RP medio precederà di 550 msec l'attivazione dei muscoli coinvolti.

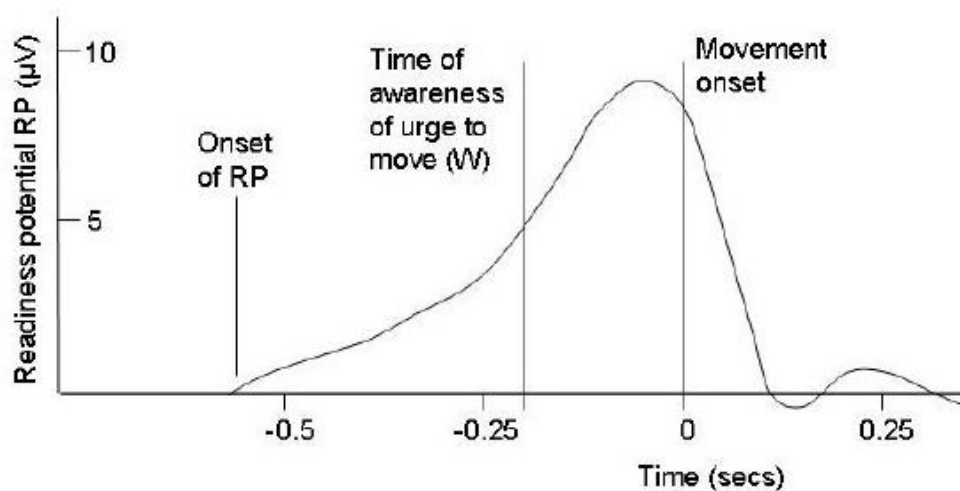
L'istante W , in cui collochiamo la consapevolezza dell'intenzione di agire, risulterà *identico in entrambi i casi*, vale a dire tanto per le azioni pianificate tanto per quelle spontanee: in *tutte* le prove, W si collocherebbe 200 msec *prima* dell'esecuzione dell'atto motorio¹⁸². Indipendentemente dal fatto che agiamo in modo spontaneo o in base a una scelta pianificata del momento in cui compiere l'azione, il processo finale della volizione (l'"agisci adesso!") comincia, dunque, sempre circa 550 msec prima dell'atto motorio, mentre "il tempo W precede il vero e proprio momento dell'attivazione muscolare di circa 150-200 msec"¹⁸³.

un giro in 2,56 secondi (muovendosi quasi 25 volte più velocemente rispetto alla lancetta dei secondi di un normale orologio: ogni "secondo" nell'oscilloscopio corrispondeva così a circa 43 msec). A ciascun soggetto veniva poi chiesto di eseguire un semplice atto motorio (uno scatto del polso) quando sentiva l'impulso ad agire. I volontari dovevano sforzarsi di *non decidere in anticipo* l'istante del movimento, ma di lasciare che l'azione si verificasse "da sola". L'intento di Libet era infatti quello "di separare il processo di pianificare un'azione da quello della volontà spontanea e libera di 'agire adesso'": Libet (2007), p. 130. L'esperimento fu messo a punto in modo tale che la volontà di agire si manifestasse come un evento totalmente *endogeno*, ossia autogenerato, e non limitato né guidato dall'esterno: per Libet, era essenziale che il soggetto "sentisse" di essere responsabile della propria azione, controllando se e quando agire. Sebbene fossero gli sperimentatori a decidere la *natura* dell'azione (per poter posizionare gli elettrodi nelle aree cerebrale corrette), l'obiettivo era quello di "studiare le azioni volontarie libere, compiute senza nessuna restrizione esterna su *quando* agire": *ivi*, p. 133. *A seguito dell'esperimento*, i soggetti dovevano riferire il momento in cui avevano percepito la *prima consapevolezza dell'intenzione* di muovere il polso, indicando la posizione occupata in tal frangente dal punto luminoso sul quadrante dell'oscilloscopio. I tempi riferiti per la consapevolezza furono indicati con W , che sta per "will" o "want".

¹⁸² Questo dato fu poi corretto a 150 msec, considerando l'errore standard rilevato mediamente nell'esperimento di controllo.

¹⁸³ Libet (2007), p. 141.

L'immagine seguente¹⁸⁴ rappresenta, schematizzati, i tempi d'inizio dei potenziali di preparazione (*onset of RP*), seguiti dal tempo della presa della consapevolezza dell'intenzione di muoversi (*time of awareness of urge to move* o *W*), i quali precedono entrambi l'istante d'inizio dell'atto motorio (*movement onset*). Come si vede, la presa di coscienza della decisione di muoversi si colloca *prima* del movimento, ma *dopo* l'inizio degli RP, cioè compare in ritardo rispetto all'attivazione neurale delle aree connesse al movimento.



Sulla base di questi risultati, possiamo dunque concludere che diventiamo *consapevoli* del bisogno o del desiderio di agire (*W*) circa 350-400 msec *dopo* l'insorgenza degli RP prodotti dal cervello. Ciò significa “che il processo che porta a un'azione volontaria viene *iniziato* dal cervello in modo *inconscio*, molto prima che appaia la volontà cosciente di agire. Ciò implica che il libero arbitrio, se esiste, non inizierebbe come azione volontaria”¹⁸⁵.

Se le cose stanno così, che ne è del ruolo della volontà cosciente (*W*) nell'azione volontaria? Il fatto che *W* compaia 150 msec *prima* dell'atto motorio sarebbe funzionale a consentire alla coscienza di influenzare, o addirittura controllare, l'esito finale del processo di

¹⁸⁴ Cfr. <http://www.bethinking.org/human-life/the-libet-experiment-and-its-implications-for-conscious-will>.

¹⁸⁵ Libet (2007), pp. 139-141.

volizione. Più precisamente, l'intervallo di tempo che la funzione cosciente ha a disposizione per influenzare il risultato finale del processo volontario è di soli 100 msec. Gli ultimi 50 msec prima dell'atto motorio, infatti, sono necessari alla corteccia per attivare i neuroni motori spinali e, di qui, i muscoli. In quest'ultimo, brevissimo, intervallo di tempo, l'azione va a compimento senza che il soggetto possa, anche volendolo, interromperla. Nei 100 msec che precedono questa fase, invece, "la volontà cosciente può decidere se permettere al processo volontario di andare a compimento, dando luogo all'atto motorio. Oppure, la volontà cosciente può 'porre il veto' al processo e bloccarlo, di modo che non avvenga nessun atto motorio"¹⁸⁶.

Com'è possibile *provare* l'ipotesi del veto cosciente? La difficoltà più grande è dovuta al fatto che, in quanto facoltà di interrompere il processo che conduce all'esecuzione dell'atto motorio prima che il soggetto lo porti a compimento, la funzione di veto *non attiva alcun muscolo e non è quindi registrabile* attraverso l'attività elettrica del cervello¹⁸⁷. Cosa succede se ci *prepariamo* al movimento determinando *in anticipo* l'istante in cui agiremo, servendoci però poi della funzione del veto per bloccare l'azione tra 100 e 200 msec prima del presunto inizio del movimento? 1 o 2 secondi prima dell'atto intenzionato si svilupperà un RP, il quale si appiattirà circa 100-200 msec prima del tempo stabilito per l'esecuzione, cioè proprio in coincidenza con la posizione del veto cosciente. Poiché l'RP corrisponde probabilmente all'aspettativa dell'azione esperita soggettivamente, si tratterebbe di un'evidenza del fatto che chiunque può porre il veto a un'azione preparata entro 100-200 msec dal momento prestabilito per agire.

In definitiva, "il libero arbitrio cosciente *non dà inizio* alle nostre azioni liberamente volontarie. Può invece *controllare* il risultato o l'esecuzione attuale dell'azione. Può consentire all'azione di continuare, o può metterle il veto, in modo da non farla accadere"¹⁸⁸. È proprio perché l'inizio del processo che culmina nel movimento percepito soggettivamente come "libero" e "volontario" è opera di attività inconsce (le quali, come abbiamo visto, precedono la consapevolezza dell'intenzione di "agire adesso" di almeno 350 msec), che "il libero

¹⁸⁶ Ivi, p. 142.

¹⁸⁷ Anche le azioni totalmente involontarie, come le reazioni veloci a stimoli inattesi, *non* sono precedute da alcun RP registrabile.

¹⁸⁸ Libet (2007), p. 142, corsivo mio.

arbitrio non può essere considerato l'artefice di tali processi liberamente volontari¹⁸⁹.

La possibilità, per la coscienza, di intervenire sulle scelte d'azione deliberate in modo inconscio sembra dunque confinata all'intervallo di tempo, invero estremamente esiguo, in cui il soggetto può esercitare il veto cosciente e lasciar essere o bloccare l'azione prima che essa sia portata a compimento. Il veto cosciente opererebbe come una sorta di *daimon* socratico, che non ci prescrive mai ciò che dobbiamo fare, ma si manifesta sempre in modo *negativo*, vietandoci sempre questa o quell'azione particolare. Tuttavia, il fatto che il veto possa anche "lasciar essere" l'azione, senza ostruirla, ci informa su un coinvolgimento *attivo* della volontà cosciente, che non sarebbe, perciò, una mera *osservatrice* di ciò che verrebbe deciso "alle sue spalle", durante l'attività inconscia che la precede.

Le iniziative inconse delle azioni volontarie sarebbero selezionate dalla volontà cosciente in quello che dall'esterno sembra solo un "borbottare" del cervello: sebbene "non sappiamo con quale frequenza possano essere 'borbottate' le iniziative finalizzate alle azioni volontarie [...] in ogni caso, dei processi inconsci potrebbero fornire l'informazione sull'accettabilità di una data iniziativa"¹⁹⁰. In altre parole, il processo che pone il veto ad un'azione possibile potrebbe essere messo in atto quando processi inconsci preliminari la classificano come inaccettabile.

La nostra consapevolezza dell'impulso o desiderio di agire *prima* che l'atto motorio sia portato a compimento non prova ancora che la nostra sensazione di aver avviato consapevolmente il processo non è un'illusione. È tuttavia possibile che la volontà cosciente agisca da "catalizzatore" per l'azione, consentendo all'iniziativa inconscia di procedere fino all'esecuzione dell'atto motorio. In questo caso, la sensazione di dare inizio in modo cosciente ad un'azione volontaria non sarebbe un'illusione, ma confermerebbe anzi il fatto che la volontà cosciente può controllare il risultato di un processo iniziato in modo inconscio.

Ma cosa accadrebbe se lo stesso veto cosciente fosse a sua volta generato a partire da processi inconsci che lo precedono? "[S]e lo stesso veto dovesse iniziare e svilupparsi in modo inconscio, la scelta di porre

¹⁸⁹ Ivi, p. 145.

¹⁹⁰ Ivi, p. 143.

il veto diventerebbe quindi una scelta inconscia di cui si *diventa* coscienti, anziché un evento causale cosciente”¹⁹¹. Tuttavia, il veto cosciente potrebbe non essere il risultato diretto di processi inconsci che lo precedono; piuttosto, esso sarebbe “una semplice funzione di controllo, diversa dal semplice divenire *consapevoli* del desiderio di agire”¹⁹². Anche se il veto fosse generato da processi inconsci, ciò non implicherebbe ancora che tali processi *determinano* la decisione operata per mezzo del veto, giacché potremmo comunque avere la facoltà di accettare o rifiutare un programma d’azione pur stabilito precedentemente (e inconsciamente).

Inoltre, anche se la decisione di veto presupponesse processi inconsci che la precedono, il contenuto di questo tipo di consapevolezza (ovverosia la reale decisione di veto) è qualcosa di distinto, che dunque non necessita del medesimo processo. Non vi sarebbe alcun “imperativo logico” che ci costringe ad ammettere l’esistenza di una specifica attività neurale che sottende una tale funzione coscienziale di controllo, sebbene non vi sia, d’altro canto, alcuna evidenza sperimentale che confuti la possibilità che il processo di controllo possa apparire senza per forza svilupparsi da processi inconsci precedenti.

Questi risultati sono stati ampiamente criticati da decine e decine di filosofi e neuroscienziati interessati a formulare una teoria esplicativa degli atti volontari coscienti. Ad esempio, sembra che il lavoro di Libet non spieghi ancora “il contenuto degli stati coscienti che si assume si riflettano in tali giudizi”¹⁹³; ciò che rimane oscuro sarebbe infatti il contenuto dei giudizi sull’inizio dell’atto motori e di cosa quelli sull’intenzione di agire siano giudizi. I giudizi sull’azione volontaria sono connessi di volta in volta al movimento specifico che viene eseguito, e non sembrano riflettere i livelli più astratti ed elevati dell’elaborazione premotoria, che potrebbe avvenire in fasi precedenti rispetto alla selezione del movimento vero e proprio.

La consapevolezza soggettiva dell’intenzione di agire è sempre riferita a un movimento *specifico* e particolare e non alla rappresentazione astratta di un’azione *in generale*, che precederebbe la selezione del movimento specifico. In questa prospettiva, la discrepanza tra l’inizio

¹⁹¹ Ibid.

¹⁹² Ivi, p. 150.

¹⁹³ Cfr. Haggard & Eimer (1999), p. 131.

dell'RP e l'istante in cui compare la consapevolezza “non chiarifica i processi legati all'intenzione e al libero volere, poiché tale discrepanza temporale non corrisponde a una relazione causale”¹⁹⁴. In particolare, l'ostacolo principale che incontra il tentativo di stabilire una causazione mente-corpo sulla base della discrepanza temporale tra attività neurale e consapevolezza riferita risiederebbe precisamente nella difficoltà di temporizzare insieme attività neurale ed esperienza soggettiva. Ciononostante, cruciale e difficilmente confutabile¹⁹⁵ rimane la scoperta “che il cervello mostra un processo di iniziazione che comincia 550 msec prima dell'atto liberamente volontario. Invece, la consapevolezza della volontà cosciente a compiere l'azione appare solo fra 150 e 200 msec prima dell'azione stessa. Il processo volontario inizia quindi inconsciamente, circa 400 msec prima che il soggetto diventi consapevole della sua volontà o intenzione a compiere l'azione”¹⁹⁶.

Identificando la coscienza di una decisione di veto con la consapevolezza dell'evento¹⁹⁷ si rischia tuttavia di perdere di vista la distinzione tra il livello cognitivo, proprio della consapevolezza dell'evento, e il livello per così dire “meta-cognitivo” dell'(auto)consapevolezza di un atto soggettivo, qual è la decisione di veto cosciente. Se è così, occorre distinguere la temporalità propria della consapevolezza dell'*evento*, stabilita dagli esperimenti di Libet, e la consapevolezza di un atto autogenerato, qual è il veto cosciente, il quale, secondo l'interpretazione di Libet, è una delle funzioni *della* coscienza, ma appunto perciò non colto *dalla* coscienza stessa quale suo contenuto. Solo un atto di riflessione può oggettivare alla coscienza una funzione svolta da se stessa, ed è in tale atto di oggettivazione che la coscienza si fa *auto-coscienza*.

3.1. Il “quando”, il “che cosa” e la componente del “se” negli atti volontari coscienti

¹⁹⁴ Ivi, p. 132.

¹⁹⁵ Per un'argomentazione secondo cui i risultati di Libet non forniscono alcuna evidenza del fatto che i movimenti volontari sono iniziati inconsciamente cfr. Trevena & Miller (2010).

¹⁹⁶ Libet (2007), pp. 127-128.

¹⁹⁷ Ibid.

Dai tempi dei primi esperimenti di Libet ai nostri giorni, un cospicuo numero di studi ha messo in luce diverse modalità di temporizzazione dell'esperienza dell'atto volitivo, che vedono quest'ultimo conformarsi a una temporalità soggettiva radicalmente diversa dalla temporalità del senso comune. Che ne è, ad esempio, della fase *preconscia*, che precede la presa di consapevolezza, e dell'elaborazione delle *conseguenze* degli atti volontari coscienti¹⁹⁸?

Abbiamo già accennato come il fattore che consente di discriminare il rilevamento inconscio di un segnale da uno cosciente non si basi sulla *natura* del contenuto mentale, bensì sulla sua *durata*. Perché si abbia coscienza di un contenuto mentale, non sarebbe cioè rilevante “che cosa”, ma “quanto a lungo”. Il contenuto di un segnale rilevato inconsciamente può essere del tutto uguale al contenuto cosciente del medesimo, salvo che la durata di quest'ultimo deve essere incrementata di circa 400 msec per varcare la soglia della coscienza. Questo, tuttavia, non chiarisce ancora la relazione tra la *durata* di un segnale rilevato inconsciamente e il *tipo* di contenuto cui il suo paradigma temporale può applicarsi. Infatti, ci si potrebbe chiedere: vale davvero per *tutti* i contenuti di coscienza la regola, secondo cui essi devono attendere un intervallo di tempo così cospicuo prima di “coscientizzarsi”?

Anziché focalizzarci sull'aspetto meramente temporale degli atti volontari coscienti, stabilendo il *timing* dell'azione sulla base del confronto tra la consapevolezza riferita della prima intenzione di agire (*W*) e l'inizio dell'atto motorio (*M*), presenteremo ora la rilevanza che altri fattori hanno per la produzione degli atti volontari coscienti, concentrandoci non solo sul “quando”, ma anche sul “che cosa” e sul “se” dell'azione¹⁹⁹. La questione diviene ancora più cogente se consideriamo che “almeno due componenti dell'azione volontaria, il che cosa e il quando, sono dissociate dal punto di vista neuroanatomofunzionale all'interno della corteccia prefrontale mediale”²⁰⁰. Non si tratta infatti solo di decidere *quando* e *che cosa* fare, ma anche *se* agire o meno.

La componente del “se” consente di inibire o meno l'azione ed è mediata da aree cerebrali diverse non solo da quelle preposte alla

¹⁹⁸ Per una rassegna dei principali studi postlibetiani cfr. Rigoni & Brass (2010).

¹⁹⁹ Cfr. Brass & Haggard (2008).

²⁰⁰ Rigoni & Brass (2010), p. 79.

codifica del “quando” e del “che cosa”, ma anche da quelle che intervengono nell’inibizione motoria di stimoli esterni: “il controllo volontario dell’azione include un meccanismo che permette l’interruzione all’ultimo momento di un comportamento volontario e pianificato. Questo meccanismo di inibizione gioca probabilmente un ruolo fondamentale nel controllo volontario del comportamento”²⁰¹. La componente del “se” sembra in effetti richiamare da vicino la funzione del veto cosciente introdotto da Libet, tanto da farci pensare che siffatta componente possa costituire, almeno in parte, proprio il correlato neurale del veto cosciente. È una questione che lasciamo qui in sospeso, ma che meriterebbe di essere approfondita in ulteriori ricerche.

Perché l’azione sia volontaria, essa deve passare il vaglio del “sì” o del “no” dell’individuo che la compie. Il motivo non è sufficiente senza la decisione, e la decisione non ha efficacia senza avallo: “una decisione non è un processo automatico. È un modo della posizionalità: vale a dire di quel potere di prendere posizione – relativamente ai contenuti dell’esperienza e agli stati in cui l’esperienza ci induce – nell’esercizio del quale un essere umano si costituisce [come un] soggetto personale. In una decisione, in particolare, io mi affermo come questa persona, al presente, mentre mi progetto come questa persona nel futuro [...]”²⁰². Insomma, il soggetto si costituisce proprio prendendo posizione sulla base di una possibilità – quella tra il “sì” e il “no” – che lo precede e in cui si trova già da sempre.

La componente del “se” risulta anche assai affine (tanto da poter forse essere interpretata come il suo corrispettivo neurale) di quello che è spesso considerato l’aspetto discriminante delle decisioni, ossia la proprietà invariante e strutturale senza di cui non si potrebbe dare alcun atto propriamente volontario: la presa di posizione, il “sì” o il “no” che conferisce o rifiuta efficacia al possibile motivo. Il motore dell’azione starebbe insomma nell’assenso o nel dissenso da parte dell’individuo nei confronti di un “motivo”, assumendo con ciò, ancora una volta, un ruolo analogo a quello conferito da Libet al veto cosciente.

3.2. Tempo e prevedibilità dell’azione

²⁰¹ Ivi, p. 80.

²⁰² De Monticelli (2010), p. 123.

L'esperimento di Libet sarebbe vittima di un numero considerevole di restrizioni sperimentali²⁰³ che impediscono di stabilire con chiarezza in quali aree e in quale precisa scansione temporale avvengano i processi decisionali²⁰⁴. In primo luogo, esso non soddisferebbe sufficientemente due criteri empirici che, humaneamente, appaiono necessari per poter affermare che tra due eventi (ad esempio, tra l'attività del cervello C e la volontà W), vi è una relazione causale (in questo caso, C sarebbe causa di W).

In questa prospettiva, il primo criterio dell'azione volontaria consiste nello stabilire che vi sia effettivamente una *precedenza temporale* di C rispetto a W; il secondo criterio afferma che vi deve essere inoltre una *connessione costante* tra i due eventi. Rispetto al primo punto, si è a lungo dubitato sull'affidabilità delle misure sperimentali che dovrebbero dimostrare la precedenza temporale dei potenziali di prontezza rispetto all'intenzione di agire. Per quanto riguarda il secondo criterio, si è ipotizzato che la connessione tra i due eventi sia sempre costante, che valga cioè per *ogni* movimento volontario.

Anziché limitarsi allo studio dei potenziali di preparazione (RP), ossia dei segnali che si generano nelle aree motorie *prima* del movimento, si potrebbe indagare il possibile apporto di altre aree nella formulazione delle decisioni. Per di più, i potenziali di preparazione si manifestano in una finestra temporale assai ristretta, ossia nell'intervallo di tempo immediatamente precedente l'atto motorio, e non è chiaro se, al livello corticale, si tratti davvero dei primi stadi dell'elaborazione della decisione, o se questi siano successivi rispetto ad attività più fondamentali, che insorgerebbero in momenti precedenti.

I precursori dell'azione volontaria non sono ancora stati identificati nel tempo. Qual è, infatti, l'istante corrispondente all'inizio di un'azione volontaria? Praticamente, l'attività cerebrale preparatoria

²⁰³ Focalizzandosi sull'attività nelle regioni cerebrali prefrontali, che consentirebbero di prevedere le decisioni meglio degli RP, Soon e colleghi (2008) si sono proposti di valutare se non vi siano altre regioni cerebrali che iniziano a preparare la decisione in intervalli di tempo precedenti e più estesi. Il merito di questo studio consiste non solo nell'aver ampliato i risultati di Libet sotto l'aspetto *metodologico*, grazie all'uso dell'*fMRI* (la risonanza magnetica funzionale) anziché dell'elettroencefalogramma (usato da Libet), ma anche nell'essersi interessati all'ampiezza dell'orizzonte spaziale e temporale delle aree cerebrali coinvolte nella preparazione e nell'esecuzione dell'atto motorio.

²⁰⁴ Cfr. Soon *et al.* (2008).

all'azione volontaria inizia tanto presto quanto i ricercatori sono in grado di osservare²⁰⁵. Almeno due sono gli interrogativi che potrebbero condurre ad un ampliamento dei risultati finora raggiunti. Il primo riguarda l'ampliamento delle aree mediatrici dei processi decisionali: quali sono le possibili aree che, oltre a quelle presentate fin qui, sono coinvolte nella produzione di atti motori volontari? La seconda domanda concerne più specificamente la scelta di "che cosa" fare: è possibile rispondervi introducendo alcuni accorgimenti che, in sede sperimentale, permettono ad esempio ai soggetti dell'esperimento di decidere quale tra due tasti (destra o sinistra) premere all'istante desiderato, consentendo agli sperimentatori di distinguere il contenuto della decisione (il "che cosa") dall'istante del suo verificarsi (il "quando").

È forse possibile che, più che indicare una preparazione motoria *generica*, le aree coinvolte nella produzione di atti motori non contengano piuttosto informazioni legate all'esito di una decisione *specificata*? In questo modo, sarà possibile indagare non tanto il livello *complessivo* di attività neurale che precede una decisione, quanto piuttosto la *quantità massima* di informazione predittiva presente in certe configurazioni spaziali di attività neurale, mirando con ciò a prevedere la *specificata* scelta che i soggetti compiranno in ciascuna prova.

Come è possibile decodificare, a partire dall'organizzazione spaziale dell'attività cerebrale, quale risposta motoria il soggetto metterà in atto *in un preciso momento*? *Durante la fase esecutiva*, vi sono due regioni cerebrali (l'area motoria primaria e l'area motoria supplementare), che codificano il *risultato* della decisione soggettiva. Ma vi è qualche regione cerebrale che codifica *in anticipo* il risultato di una decisione? La risposta è sì: vi sono due regioni cerebrali, la cui osservazione permette di prevedere, prima della decisione cosciente, se stiamo per scegliere di premere il tasto di destra o quello di sinistra, anche se non siamo ancora al corrente della nostra decisione finale²⁰⁶. L'informazione predittiva dell'istante in cui avverrà il movimento (il "quando") è contenuta in una specifica regione cerebrale già 5 secondi prima dell'esecuzione motoria vera e propria; invece, la decisione di quale tasto premere è decodificabile in un'area molto più vasta del cervello addirittura 10

²⁰⁵ Cfr. Haggard (2008).

²⁰⁶ Una sintesi in italiano degli esperimenti e dei risultati qui riferiti è presente in Haynes (2010).

secondi prima dell'atto motorio, ossia almeno 9 secondi prima che diventiamo consapevoli della sua decisione!

La differenza tra il tempo dell'attivazione corticale e quello della presa di coscienza potrebbe essere dovuta alla presenza di una duplice via di elaborazione dell'informazione: una (detta via lemniscale) è veloce ed è responsabile del prodursi del PE primario; l'altra (detta via spinotalamica) è più lenta ed è responsabile dell'attivazione di molteplici aree cerebrali. La prima via di elaborazione ci dice "dove" e "quando" uno stimolo si presenta, ma non "che cosa" esso sia. La seconda via ci porta invece a percepire lo stimolo 500 msec più tardi e ci informa sul "che cosa", ma non sul "dove" e sul "quando".

È interessante notare come la prima informazione sul mondo elaborata dal cervello si riferisca all'aspetto spaziale e temporale di un evento sensoriale. Da questo punto di vista, si potrebbe considerare questa attività cerebrale come il corrispettivo neurofisiologico delle forme kantiane della sensibilità, attraverso le quali noi intuiamo i fenomeni esterni come organizzati nello spazio, e i fenomeni interni come successivi nel tempo. Tuttavia, l'intuizione empirica non ci rende ancora coscienti dei fenomeni come oggetti singoli e unificati, ma solo del "dove" e del "quando" essi si presentano.

Affinché si abbia una rappresentazione cosciente dell'oggetto occorre che il molteplice unificato dall'intelletto sia riferito all'io, generando così il concetto di un singolo oggetto unificato. A livello fisiologico, quest'atto dell'intelletto si manifesterebbe nel ritardo temporale che, mediante la coordinazione di molteplici aree cerebrali, conduce alla rappresentazione del "che cosa", salvo che poi il soggetto "retrodata" il momento della presa di coscienza del "che cosa" al momento dell'elaborazione del "dove" e del "quando" dell'evento sensoriale.

In definitiva, vi è un'attività cerebrale, di lunga durata, in cui il cervello avrebbe già preso la sua decisione, anche se la consapevolezza soggettiva di esserne la causa insorge solo nell'intervallo di tempo immediatamente precedente l'esecuzione dell'atto. Ciò che v'è di sorprendente in questa scoperta è non tanto la possibilità, ormai nota, che consapevolezza ed elaborazione cerebrale viaggiano separatamente, quanto piuttosto "che un'intera cascata di processi cerebrali inconsci si dispiega in alcuni secondi e contribuisce a preparare decisioni esperite

soggettivamente come libere e assunte in un momento stabilito dal soggetto”²⁰⁷.

Che ne è dei due criteri, incontrati sopra (precedenza temporale e connessione costante), necessari per poter affermare che vi è una relazione di causalità tra due eventi? Per quanto riguarda la relazione di causalità tra attività cerebrale e volontà cosciente, il criterio della *precedenza temporale* è senza dubbio confermato, dal momento che l’attività cerebrale può prevedere una decisione molto prima che essa abbia accesso alla consapevolezza. Rispetto al requisito della *connessione costante*, invece, la predizione ottenuta nell’esperimento è affidabile, ma resta comunque lontana dal raggiungere il 100% dei casi, aggirandosi soltanto al 60%.

Interpretando diversamente i risultati sperimentali, si potrebbe pensare che l’imprecisione sia dovuta a un limite sostanziale dei processi neuronali, i quali potrebbero non essere *di principio* pienamente predittivi del risultato di una decisione. In tale prospettiva, anche una conoscenza completa dell’attività neurale non potrebbe mai consentire una completa previsione della decisione finale di un soggetto. In ultima analisi, “fino a che non si sia raggiunta una precisione predittiva perfetta all’interno di un esperimento, rimangono possibili entrambe le interpretazioni: predizione incompleta e determinazione incompleta”²⁰⁸. Si potrebbero infatti avanzare seri dubbi sull’affidabilità di una conclusione così pretenziosa sulla base di un risultato statistico tanto esiguo: la scarsa accuratezza dei risultati ci fa infatti rimanere ancora molto lontani dalla realizzazione del mito di una “lettura del pensiero” sulla base dell’osservazione dell’attività neurale. Inoltre, l’attività cerebrale predittiva della decisione non è visualizzabile direttamente, ma viene bensì inferita attraverso un complesso sistema di analisi che fa uso di paradigmi statistici di previsione degli eventi.

Per quanto riguarda, infine, il significato fisiologico dell’RP, ci si può chiedere se la correlazione tra l’attività neurale che precede la decisione da un lato e, dall’altro, la decisione vera e propria sia davvero significativa per la determinazione dell’esito di quest’ultima. Infatti, se è vero che “esiste ancora una notevole incertezza sul reale significato fisiologico del potenziale di prontezza”²⁰⁹, ciò ci impone una grande

²⁰⁷ Ivi, p. 16.

²⁰⁸ Ivi, p. 17.

²⁰⁹ Tempia (2010), p. 98.

cautela nell'avallare conclusioni definitive sulla temporizzazione dell'esperienza cosciente. Ad esempio, l'area motoria supplementare non si attiva solo durante la preparazione di movimenti che saranno eseguiti, ma anche quando *pensiamo* di eseguire un movimento *senza* tuttavia *eseguirlo*. È per questo che siamo ancora ben lontani dal poter confermare che l'attività cerebrale precedente la risoluzione ad agire sia il "correlato neurale" della decisione cosciente relativa all'atto motorio. Al contrario, sarebbe "più verosimile che la relazione tra il segnale rilevato e la decisione sia indiretta, non obbligata, e che i due eventi non coincidano nel tempo"²¹⁰. In definitiva, il correlato nervoso della scelta non è stato ancora identificato né si sa quale sia l'istante in cui la decisione viene realmente compiuta.

3.3. L'influenza delle conseguenze dell'azione sulla percezione dell'intenzione. L'ipotesi della "postdatazione"

Accanto all'analisi della fase che precede la consapevolezza della decisione di agire, altrettanto importante, non da ultimo per il carattere inatteso e inedito delle scoperte scaturite da essa, è l'indagine mossa dall'intento di interrogare le implicazioni che le *conseguenze* dell'azione hanno nei confronti dell'elaborazione cognitiva dell'intenzione di agire. Infatti, "l'intenzione cosciente di un'azione è fortemente influenzata da eventi che si verificano dopo che l'azione stessa è stata eseguita. Le intenzioni sarebbero quindi parzialmente ricostruite, secondo un processo di inferenza, sulla base di elementi successivi all'azione"²¹¹. Tale ipotesi "ricostruttiva" dell'intenzione ha ottenuto una conferma sperimentale nell'osservazione che la percezione cosciente dell'intenzione di agire è effettivamente influenzata dall'attività neurale *successiva* all'esecuzione dell'atto motorio, la quale, tra l'altro, si basa sull'elaborazione e sul monitoraggio delle conseguenze dell'azione.

Il fatto che la percezione dell'intenzione di agire sia influenzata da eventi successivi all'azione sembrerebbe allontanarci ancor più da una concezione dell'arbitrio come principio assoluto delle nostre azioni. La coscienza dell'intenzione di agire sarebbe influenzata non soltanto, come l'esperimento di Libet mostrava, dagli eventi fisici associati

²¹⁰ Ivi, p. 99.

²¹¹ Rigoni & Brass (2010), p. 73.

all'attività neurale registrabile prima della presa di coscienza, ma anche da eventi ambientali esterni che si trovano completamente al di fuori dal controllo del soggetto. Oltre ai dati di *input*, che coinvolgono l'attività della corteccia motoria (ma anche la stessa presa di coscienza), occorrerà dunque considerare gli eventi relativi all'*output*, la cui imprevedibilità è tanto più cogente quanto più alta è la probabilità che l'ambiente non risponda conformemente alle nostre aspettative.

Se ci focalizziamo non più sul ritardo temporale della coscienza dell'intenzione di agire rispetto all'attivazione della corteccia motoria, ma piuttosto sull'attrazione che l'azione stessa esercita sulla coscienza dell'intenzione, la ricostruzione degli atti motori volontari viene modificata in modo sostanziale. Ad esempio, si potrebbe pensare che la precedenza temporale dell'attivazione cerebrale rispetto alla presa di coscienza della volontà di agire sia in realtà il frutto di un atto di "postdatazione" dell'evento mentale della volontà, al fine di far aderire quest'ultima all'atto motorio vero e proprio. In altre parole, "è plausibile che l'istante della presa di coscienza della volontà venga appositamente postdatato al fine di avvicinarlo all'inizio dell'esecuzione dell'atto motorio"²¹². Collocare l'istante della presa di coscienza della volontà di agire a ridosso dell'azione potrebbe essere stato effettivamente vantaggioso dal punto di vista evolutivo, mentre, d'altra parte, l'intervallo di 200 msec che separa i due eventi sarebbe sufficientemente breve da preservarne il legame. "In definitiva, la brillante soluzione di Libet al problema di come temporizzare la volontà di agire potrebbe aver rivelato il punto temporale in cui la coscienza situa tale volontà e non l'istante in cui realmente affiora a livello cosciente"²¹³.

Un altro aspetto di questo potere della soggettività di intervenire nella sequenza temporale "avvicinando" i tempi percepiti per l'azione emerge dalla relazione che sussiste tra un suono e un atto motorio volontario in grado produrlo (come, ad esempio, la percussione di un oggetto). Nell'esperienza ordinaria, percepiamo le conseguenze delle nostre azioni come simultanee all'atto che le ha provocate: ad esempio, la sensazione tattile del percuotere un oggetto è percepita insieme al suono prodotto. Cosa accadesse se introduciamo un ritardo del suono che il soggetto presume di aver provocato? Come descriveremo dettagliatamente, nel prossimo capitolo, si verifica un fenomeno tanto

²¹² Tempia (2009), pp. 95-96. Cfr. anche Tempia (2010), pp. 23-24.

²¹³ Tempia (2009), p. 96; e Tempia (2010), p. 24.

inedito quanto sorprendente: “l’intervallo di tempo tra l’atto volontario e un segnale sensoriale ritardato viene percepito come più breve rispetto al tempo fisico realmente trascorso. Nell’esperienza cosciente, la fine dell’atto volontario viene spostata in avanti nel tempo mentre la sua presunta conseguenza sensoriale viene anticipata, avvicinandola così al termine del movimento”²¹⁴.

Anche qui, il soggetto opera un avvicinamento del tempo, operando simultaneamente in due direzioni opposte: spostando in avanti, nella coscienza, la fine dell’atto volontario, e anticipando la sua presunta conseguenza sensoriale. Si parla in questi casi di “attrazione temporale”²¹⁵ tra il tempo percepito per un’azione e per le sue conseguenze sensoriali. Il fenomeno confermerebbe così l’ipotesi, secondo cui l’istante della presa di coscienza della volontà di agire verrebbe fatto “scivolare in avanti”, in modo da farlo aderire all’esecuzione dell’atto motorio e da avvicinarlo così alle sue conseguenze.

3.4. L’illusione della volontà cosciente: la volontà come “sensazione di fare”

Il fatto che la coscienza “non faccia realmente nulla”²¹⁶ è alla base della convinzione di chi, come il neuroscienziato D. Wegner, che il libero arbitrio sia (come recita il titolo del suo libro) nient’altro che una “illusione”²¹⁷. Secondo Wegner, all’origine dell’*illusione della volontà*

²¹⁴ Ibid.

²¹⁵ Cfr. Haggard *et al.* (2002), pp. 382-385.

²¹⁶ Secondo il filosofo americano D. Dennett, un approccio evolucionistico potrebbe tuttavia confutare la tesi secondo cui la coscienza “non farebbe niente”, riducendosi a mero ornamento epifenomenico. In realtà, afferma Dennett, “la coscienza ha un sacco di lavoro da fare, ma il suo compito sembra scomparire quando ci chiediamo che cosa stia facendo proprio *ora* (all’istante *t*)”, che è poi l’istante attribuito da Libet alla presa di coscienza soggettiva della volontà d’agire: Dennett (2004), p. 327.

²¹⁷ Wegner (2002). Le tesi principali del libro si trovano riformulate sinteticamente in Wegner (2010), cui mi riferirò principalmente. Il fatto che, in base alla scoperta di Libet, l’esperienza di volere coscientemente l’azione sorge solo dopo che le attività neurali hanno già iniziato l’azione, induce Wegner a una conclusione invero perentoria, secondo cui “[u]na microanalisi dell’intervallo temporale prima e dopo

cosciente sta la tendenza a confondere due eventi in realtà distinti, e cioè, da un lato, l'*esperienza* di volere consapevolmente un'azione, e, dall'altro, la *causazione* dell'azione da parte della mente soggettiva. Prendendo le mosse dal pensiero di Hume, Wegner confina la volontà nel mondo delle mere *sensazioni*, in quanto essa è precisamente “la sensazione cosciente dell'esercitare una causa, una forza o di essere il motore”²¹⁸. La mente possiederebbe un “meccanismo di autospiegazione” che produce la sensazione per cui un contenuto di coscienza viene ritenuto la causa dell'azione, anche se, in realtà, la mente non può mai conoscere se stessa al punto di dire quali siano le vere cause delle sue azioni²¹⁹. Più precisamente, la teoria della causazione mentale apparente afferma che “*le persone sperimentano la volontà cosciente quando interpretano il proprio pensiero come causa dell'azione*. Ciò significa che si fa esperienza della volontà cosciente in modo indipendente da qualunque connessione causale reale

l'azione indica che *la coscienza* salta dentro e fuori dalla situazione e *non fa realmente nulla*”: ivi, p. 59.

²¹⁸ Wegner (2010), p. 22. Vi sono infatti casi – come la cosiddetta “sindrome della mano aliena”, l'ipnosi, o la “rotazione del tavolino” – in cui non si dà alcuna corrispondenza tra i resoconti soggettivi di un'azione e gli indicatori esterni che la fanno sembrare voluta. Se nell'esperienza ordinaria abbiamo frequentemente a che fare con azioni che si conformano piuttosto facilmente alla nostra esperienza di esserne le vere cause, i casi limite menzionati mostrano invece che “l'azione e la sensazione di agire non sono invariabilmente connesse. Si separano abbastanza spesso da farci chiedere se possano essere prodotte da sistemi mentali separati. Il processo mentale che produce l'esperienza della volontà potrebbe essere ben distinto da quelli che producono l'azione stessa”: ivi, p. 26.

²¹⁹ Per comprendere come avvenga siffatta “causazione mentale apparente”, l'autore propone un esperimento mentale. Se immaginiamo di poter sapere quando un ramo si muoverà, a causa del vento, un istante prima che si muova, potremmo infine supporre di essere noi la causa di quel movimento. Ora, la sensazione di compiere un'azione a distanza sarebbe dello stesso tipo della sensazione di muovere il ramo, perché ciò che conta è soltanto una conoscenza *anticipata* dell'azione: “con una congrua previsione è difficile *non* concludere che si sia compiuta l'azione e la sensazione di compierla sgorga in proporzione diretta alla percezione che idee rilevanti siano entrate nella mente prima dell'azione”: ivi, p. 35. In realtà, oltre alla precedenza temporale, secondo Wegner vi sono altri fattori senza i quali l'esperienza della volontà cosciente non potrebbe occorrere. Egli parla di tre fonti chiave di tale esperienza: “la *priorità*, la *coerenza* e l'*unicità* del pensiero circa l'azione. Perché si abbia percezione di una causazione mentale apparente, il pensiero deve occorrere prima dell'azione, essere coerente con l'azione e non venire accompagnato da altre cause potenziali”: ivi p. 39.

tra pensieri e azioni”²²⁰.

Le nostre intenzioni sarebbero paragonabili alle frecce delle automobili, che non *causano*, bensì *indicano* il movimento imminente appena prima che l’auto sterzi. Wegner descrive la volontà cosciente anche come la “bussola della mente”: l’esperienza della volontà sarebbe un “indicatore” di un moto a venire e, proprio come una bussola, avrebbe la funzione di “avvisare” la mente cosciente quando le azioni sono probabilmente il risultato del proprio agire: “proprio come la lettura della bussola non fa virare la nave, le esperienze coscienti della volontà non causano le azioni umane”²²¹. Anche questa metafora non sembra risolvere la questione del libero volere. Infatti, *chi* o *che cosa* “indica” il movimento prima che avvenga? Inoltre: *chi* legge la bussola non è, forse, proprio colui che *decide* di virare? Davvero non vi è alcuna “scelta” propriamente detta, bensì soltanto un concorrere di processi inconsci verso un movimento in merito del quale la coscienza prende atto senza poter decidere alcunché?

È mia convinzione che il potere causativo della volontà del soggetto rispetto alle azioni potrebbe essere negata solo se la lettura della bussola implicasse *necessariamente* il movimento di virare la nave. Sembra che Wegner tenti qui di smascherare l’illusorietà del nostro percepirci agenti volontari delle azioni che compiamo, ricadendo però nel presupposto dell’ormai noto “omuncolo”, che, sullo sfondo di un rifiuto del pesante concetto di “soggetto”, in ultima analisi ne sostituisce solo il nome²²².

²²⁰ Ivi, pp. 35-36. “[L]a volontà viene sperimentata come risultato di un’interpretazione del legame *apparente* tra i pensieri coscienti che sembrano associati all’azione e la natura dell’azione osservata. *La volontà è esperita come il risultato di una causazione mentale apparente autopercepita*”: ivi, p. 37.

²²¹ Ivi, p. 42.

²²² Secondo Wegner, il fatto che i processi che pensiamo di controllare consapevolmente siano accompagnati dalla sensazione della volontà (a differenza, ad esempio, di quanto accade nei processi automatici), dipenderebbe dal fatto che “i processi controllati e coscienti sono semplicemente quelli che si trascinano in modo così inefficiente che vi è molto tempo perché le anteprime delle azioni loro associate arrivino alla mente e ci permettano di inferire l’operare della volontà cosciente”: ivi, p. 41. In breve, il fatto che abbiamo pensieri coscienti che ci forniscono un’anteprima delle nostre azioni sarebbe alla base della nostra sensazione di esserne le cause volontarie, e la nostra conoscenza del rapporto che intercorre tra i nostri pensieri e le nostre azioni avrebbe solamente il “privilegio di un’ordinaria intimità”: Dennett (2004), p. 324.

Wegner non chiarisce, infine, nemmeno la natura delle “profonde, importanti e inconsce connessioni causali” che i pensieri intrattengono con le azioni, limitandosi a sostenere che “l’esperienza della volontà cosciente nasce da un processo che interpreta queste connessioni, non dalle connessioni stesse”²²³. Ma la natura di queste connessioni, nonché l’aderenza delle “anteprime” delle azioni rispetto alle azioni stesse, rimangono questioni tutte da spiegare. Infine, tra ciò che possiamo accogliere della teoria di Wegner, sembra esservi almeno la sua idea per cui, sebbene non possa servire a spiegare causalmente il nostro comportamento, l’esperienza della volontà rimane comunque una caratteristica ineliminabile dell’”effetto che fa” essere uomini.

3.5 L’intersezione tra tempo soggettivo della decisione e tempi sperimentali nella coscienza dell’intenzione di agire

Una delle problematiche più cogenti, che hanno segnato il dibattito neuroscientifico postlibetiano, riguarda il confronto tra i tempi “oggettivi” dell’attività neurale, misurati per mezzo di strumenti ad alta precisione cronometrica, e il tempo “mentale” della decisione di agire. Ciò che, per quanto ho potuto riscontrare, non è stato finora messo in luce nella letteratura neuroscientifica sugli atti motori volontari è il fatto che non *due, bensì tre tempi* vengono qui confrontati. La questione è tanto più enigmatica, se pensiamo che non solo la connessione tra i due tempi principalmente presi in considerazione (il tempo dell’attività neurale e il tempo della coscienza) non è ancora stata chiarificata, ma anche che questa relazione è a sua volta il risultato del confronto tra due tempi, i quali sono *entrambi mentali*: la coscienza di vedere la localizzazione della lancetta dell’orologio e la coscienza dell’intenzione di agire in quel preciso momento.

L’esperimento di Libet, lungi dall’essere così “innocente” come appare a prima vista²²⁴, poggerebbe infatti su un’assunzione di fondo, che sembra a tutti gli effetti minarne la validità. Si tratta del tentativo di sovrapporre, da un lato, il flusso di coscienza, riferito soggettivamente a seguito dell’esperimento, e, dall’altro, la registrazione temporale dell’attività cerebrale, mirata a fissare “oggettivamente” il momento

²²³ Wegner (2010), p. 41.

²²⁴ Cfr. Dennett (2004), p. 299.

della presa di coscienza della decisione soggettiva. In altre parole, il presupposto di Libet consisterebbe nella pretesa di localizzare l'*intersezione* di due traiettorie: da un lato, “l'emergenza, a livello di coscienza, del segnale rappresentante la decisione di muovere il polso. [Dall'altro,] l'emergenza, a livello di coscienza, del segnale rappresentante le orientazioni successive del quadrante dell'orologio”²²⁵.

Per comprendere questa affermazione, è necessario considerare anzitutto che i segnali visivi giungono quasi istantaneamente alla retina, e impiegano 5-10 msec per raggiungere la corteccia striata: si tratta di un intervallo irrilevante all'interno dei 300 msec impiegati dal soggetto per divenirne consapevole. Perché si possa avere una “decisione cosciente di simultaneità”, occorre cioè che prima i segnali visivi vengano elaborati; “ma quanto tempo ancora richiede il segnale per giungere a voi? (O voi siete localizzati nella corteccia striata?) [...] Poiché Libet vuole saperlo da voi, non dalla vostra corteccia striata, dobbiamo sapere dove siete voi nel cervello [...]”²²⁶. Ciò significa che l'indicazione soggettiva della presa di decisione consapevole deve in qualche modo risultare simultanea all'elaborazione visiva del segnale sul quadrante dell'orologio. Ma è davvero possibile far coincidere i tempi dei due tipi di elaborazione?

Si potrebbe considerare una versione “minimalista” dell'ipotesi di Libet, purgata di dettagli “imbarazzanti”, come quello di presupporre “che voi siate un vero omuncolo, con braccia e gambe”, oppure – detta con linguaggio invero assai colorito – “che voi siate una porzione immateriale di ectoplasma brillante che fluttua in giro per il vostro cervello come un'ameba fantasma”. Secondo un'ipotesi più seria, invece, “voi siete esattamente qualunque-cosa-serva-per-poter-sperimentare-decisione-e-orientazione-del-quadrante-simultaneamente”²²⁷.

Tre sono le possibilità che emergono a partire da tale definizione, a seconda che voi vi collochiaste nel “centro della visione”, nella “facoltà di ragionamento pratico”, o nel “quartier generale di comando” (altrimenti noto, afferma Dennett, come il “Teatro cartesiano”). Le implicazioni di queste ipotesi che, peraltro, non aiutano molto a chiarire

²²⁵ Ivi, p. 309.

²²⁶ Ibid.

²²⁷ Ivi, pp. 309-310.

il problema di Libet, è che “voi potete *agire* solamente dove vi *trovate*”²²⁸. Ad esempio, potrebbe darsi che prendiamo coscienza dello scatto del polso nell’istante in cui decidiamo di eseguire tale movimento (che chiameremo, con Dennett: «*Frustata*»), ma che poi ci vogliano ancora 300 msec per registrare l’immagine nel “centro della visione”. Si tratta “[del]l’ipotesi del *Voi vagabondo*, che potrebbe salvaguardare l’esistenza del libero arbitrio mostrando che la lacuna temporale, dopotutto, è solo un’illusione”²²⁹.

L’ipotesi del “*Voi fuori portata*”, invece, colloca tanto il “centro della visione” quanto la “facoltà del ragionamento pratico” al di fuori del “quartier generale di comando”. La terza opzione è “l’ipotesi dell’*Inchiostro a essiccamento lento*”, secondo cui noi prendiamo una decisione consapevole *nella* “facoltà del ragionamento pratico”, descrivendo tutto con un “inchiostro a essiccamento lento”: potremmo cioè iniziare ad agire subito, ma comparare ciò che stiamo facendo con ciò che accade nella visione solo dopo 300 msec²³⁰.

3.6. La distribuzione spazio-temporalmente estesa dei processi decisionali

Sebbene si possano liquidare tutte queste ipotesi fantasiose come rappresentazioni semplicistiche e non realistiche, tuttavia, così facendo, finiremmo col liquidare non solo quelle che potrebbero “salvare” il libero arbitrio, ma anche la stessa ipotesi di Libet, come anche tutte quelle secondo cui l’unica cosa davvero in nostro possesso è un “libero diniego”. In breve, l’ipotesi di Libet dipenderebbe dall’idea “che *voi* siate ristretti ai materiali cui avete accesso da una particolare regione del cervello”²³¹.

Più precisamente, considerando in particolare la finestra di possibilità limitata alla facoltà di veto, “Libet presuppone tacitamente

²²⁸ Ivi, p. 311.

²²⁹ Ivi, p. 312.

²³⁰ Vi sono anche altre ipotesi da considerare, comprese quelle che *non* “salverebbero” il libero arbitrio, e che confermerebbero la visione di Libet secondo cui “*voi* in realtà avete al massimo 100 millisecondi nei quali potete porre un veto o, in alternativa, modificare decisioni che sono già state prese inconsciamente prima (e altrove)”: ivi, p. 315.

²³¹ Ibid.

che *voi* non possiate iniziare a pensare seriamente di porre o meno un veto a qualcosa fino a quando non siete coscienti di ciò su cui potreste voler esercitare il vostro diritto di veto; e voi dovete aspettare 300 millisecondi o più per questo, il che vi lascia solamente 100 millisecondi per “agire” [...] la “funzione cosciente” attende, nel Teatro cartesiano, l’arrivo dell’informazione; e solo allora, *per la prima volta*, vi può accedere e può iniziare a pensare che cosa farne, se porre il veto ecc. Ma perché *voi* non potreste aver iniziato a pensare (“inconsiamente”) alla possibilità di porre il veto alla *Frustata!* Fin da quando avete deciso (“inconsiamente”) di muovere il polso, mezzo secondo prima? Libet deve aver assunto che il cervello sia sufficientemente dotato per riuscire a mettere insieme i dettagli per calcolare come muovere il polso in quel periodo di tempo, ma che solo una “funzione cosciente” sia sufficientemente dotata per meditare sui pro e i contro del veto a quella decisione”²³².

Se è vero, come pure Libet ammette, che i fattori su cui il veto si *basa* si sviluppano da processi inconsci che lo precedono, allora “la conclusione che Libet e soci dovrebbero trarre è che la presenza della ‘lacuna’ di 300 millisecondi *non* è stata dimostrata affatto”²³³. Ciascun soggetto dell’esperimento, proprio come un giocatore di tennis, che “progetta” la risposta a un servizio della palla in circa 100 msec, si impegna anzitutto a formulare un “piano”, poi lascia che i “riflessi” eseguano l’atto intenzionale, in un processo per così dire “condizionale” in cui il tennista (o il soggetto) si trasforma in una sorta di “macchina *situazione-azione*”²³⁴.

²³² Ibid.

²³³ Ivi, p. 316.

²³⁴ In risposta ai risultati di un esperimento condotto da P.S. Churchland (1980), in cui i soggetti, alla richiesta di rispondere consapevolmente a uno stimolo luminoso, impiegavano mediamente un tempo *complessivo* di circa 350 msec, Libet aveva ribadito che, ancora una volta, una tale risposta doveva aver avuto un inizio inconscio. Secondo Dennett (2004), tuttavia, tale risposta non fa che concedere proprio quanto è in discussione, e cioè che la reazione intenzionale ad una decisione di agire preceda il momento in cui tale decisione raggiunge la sfera della coscienza. I risultati di Libet potrebbero escludere proprio l’ipotesi dell’esistenza di un “*Voi autosufficiente*”, in cui *tutti* i processi del cervello sono raggruppati in un unico luogo, dove tutto accade contemporaneamente e dove il problema dei diversi traguardi temporali non esisterebbe – proprio come se vi presiedesse un’anima con la capacità di prendere decisioni libere, di cui è anche responsabile e cosciente. Nel cervello, tuttavia, un tale posto non esiste affatto, e dobbiamo così accettare il fatto

Quando il cervello procede all'esecuzione di una decisione di agire, esso formula delle anticipazioni su ciò che accadrà, come se producesse un "piccolo futuro" per sé. Se gli eventi attesi vengono modificati artificialmente (ad esempio, ritardandoli o anticipandoli), il cervello coglie il fatto che "c'è qualcosa che non va", che qualcosa si è intromesso tra le sue aspettative. In breve, è come se il soggetto che accetta le istruzioni dello sperimentatore attivasse il "pilota automatico", e lasciasse che le decisioni vengano poi implementate da sé. Alla luce di tutto ciò, si potrebbe concludere che "ciò che ha scoperto Libet non è che la coscienza resta vergognosamente indietro rispetto alle decisioni inconse, ma che i processi decisionali coscienti *richiedono tempo*"²³⁵.

All'inizio degli anni '60, Grey Walter collegò degli elettrodi, impiantati nelle aree motorie del cervello di pazienti epilettici, a un proiettore di diapositive, in modo tale che, ogni volta che il paziente decideva di passare alla diapositiva successiva, l'attività cerebrale nell'area motoria collegata agli elettrodi attivasse direttamente il proiettore. La macchina, dunque, "eseguiva" letteralmente la volontà dei pazienti prima che i muscoli delle braccia potessero compiere l'atto motorio deliberato. I pazienti avevano letteralmente l'impressione che il proiettore "leggesse nella loro mente", dal momento che la macchina precedeva sempre il loro movimento.

Una situazione analoga si verificherebbe nel caso dell'errata valutazione dei 300 msec dell'esperimento di Libet. Quando eseguiamo un'azione, di norma controlliamo che tutto stia avvenendo come desideriamo. Ma, "dato che i comandi motori richiedono un certo tempo per venire eseguiti, il mio cervello *non* dovrebbe mettere in relazione l'*attuale* comando motorio con l'*attuale* risultato visivo"²³⁶. Piuttosto, il cervello dovrebbe "mantenere in circolo" il comando del movimento abbastanza a lungo da poterlo controllare visivamente. Ora, si potrebbe pensare che tale consuetudine debba di fatto "interferire con il tentativo di realizzare l'atto innaturale di sincronizzare la decisione presa piuttosto che l'azione eseguita"²³⁷. Così, l'unico modo

che "tutto il lavoro svolto dall'omuncolo immaginario del Teatro cartesiano deve essere frantumato e distribuito nello spazio e *nel tempo* all'interno del cervello": Dennett (2004), p. 317.

²³⁵ Dennett (2004), p. 319, corsivo mio.

²³⁶ Ivi, p. 322.

²³⁷ Ibid.

per salvare la lacuna di 300 msec nell'esperimento di Libet sarebbe quello di pensare che questa consuetudine non valga. Se invece accettiamo una tale consuetudine, allora “la lacuna diventa, in realtà, un artefatto di una teoria mal elaborata, non una scoperta”²³⁸.

Rimuovendo il “presupposto cartesiano” e, insieme ad esso, il riferimento al “mitico” istante della presa di coscienza, sembrerebbe venir meno anche la scoperta libetiana della finestra di 100 msec entro cui potrebbe esercitarsi il diritto di veto. Potremmo invece accettare che “il nostro libero arbitrio, come tutti gli altri nostri poteri mentali, deve essere distribuito nel tempo, e non può essere misurato in istanti. [...] Non siete fuori dal giro; voi *siete* il giro. [...] Ciò che siete e ciò che fate *incorporano* tutte le cose che accadono; non sono qualcosa di separato da loro. Una volta che riuscite a vedervi in tale prospettiva, potete escludere il concetto che precedentemente vi pareva così convincente di un'attività mentale che è *iniziata* inconsciamente e che solo in seguito è ‘entrata nella sfera della coscienza’ (dove *voi* state ansiosamente aspettando di entrarne in possesso)”²³⁹.

In definitiva, ciò che *noi* siamo sarebbe solo l'organizzazione di tutte le attività che competono tra loro e che il corpo ha sviluppato. *Noi* siamo automaticamente a conoscenza di tutto ciò che accade al nostro corpo – altrimenti esso non sarebbe il nostro corpo²⁴⁰. La conclusione di Dennett sembra tuttavia sminuire la portata dell'organizzazione come ciò che noi “soltanto” saremmo²⁴¹. Cos'è in fondo l'organizzazione, se

²³⁸ Ibid.

²³⁹ Ivi, p. 323.

²⁴⁰ Ivi, p. 339.

²⁴¹ Dal punto di vista fenomenologico, ciò che i risultati libetiani mostrano sarebbe il senso per cui “la libertà viene prima di noi” – cfr. De Monticelli (2010): lungi dal provare la realtà della libertà (intesa in senso forte, come capacità di autodeterminarci all'azione), gli esperimenti di Libet costituirebbero piuttosto “una suggestiva conferma dell'ipotesi fenomenologica su come si diventa persone: c'è un senso in cui la ‘libertà’ viene prima di ‘noi’. Con il loro *setting* di indifferenza, gli esperimenti riproducono artificialmente la situazione in cui noi, in un senso preciso, non ci siamo ancora: e allora non è affatto sorprendente che ci mostrino così ignari, così ‘fuori dal giro’”, per usare un'espressione di Dennett: ivi, p. 117. In questa prospettiva, gli esperimenti libetiani metterebbero in scena un artificio simile alla condizione pre-personale da cui le nostre scelte muovono, quel “pulsare cieco” che precede la presa di posizione, lontanissimo da ciò che costituisce più profondamente l'azione. In effetti, prima di assumere qualsiasi decisione, noi “prendiamo posizione” spontaneamente rispetto alle cose: ogni presa di posizione

non l'essenza di tutto il nostro apparato cognitivo, dalle funzioni più "basse" della ricezione sensoriale, fino alle più elevate vette del pensiero autocosciente? Non è forse l'organizzazione a definirci come enti cognitivi superiori, in virtù della nostra capacità di "fare ordine" nella molteplicità e varietà di sensazioni, unificandole in vista della costituzione di un'esperienza unitaria e ordinata? E, infine, non è forse l'organizzazione a condurci nella messa in forma coerente della realtà? Non è forse la "forma" un "modo di organizzazione"? E "nel principio di unificazione [non] possiamo [forse] vedere all'opera la forma formante e nei suoi prodotti la forma formata"²⁴²? A differenza dei "dati" sensibili, non si può dire che la forma sia un dato, quanto piuttosto un *atto* che conferisce un significato unitario e invariante a una pluralità di fenomeni, che solo così acquistano un significato – assumendo, appunto, una "forma".

3.7. Breve riflessione sui concetti di "forma" e "materia": la forma come "modo di organizzazione"

Il problema di fondo, con cui ha a che fare ogni tentativo di spiegare i fenomeni neurali in relazione alle manifestazioni che

corrisponde sempre ad un "sì" o ad un "no" cognitivo ed emotivo, anche se manca di un proposito cosciente, e anche se fa parte di quella "zona grigia della spontaneità" che sta a fondamento della nostra vita consapevole. Insomma, se gli esperimenti di Libet e Haynes non ci dicono nulla circa la natura delle decisioni e del volere è proprio perché "non c'è volere se non dove ci sono azioni possibili e sensate che il nostro avallo rende veri propositi pratici"²⁴¹. La fallacia, in base alla quale si ritiene che un atto eseguito a caso sia esemplificativo di una scelta – interpretazione che, forse, è responsabile dell'insolubilità del problema del libero arbitrio – consisterebbe proprio nel presupporre (senza definirla) la persona umana e nel chiedersi poi se la sua volontà (senza spiegare di cosa si tratti) sia libera o meno (anche qui, senza dire di cosa l'essere "libero" sia predicato). Nonostante si possano nutrire dei sospetti sul fatto che una tale interpretazione sia davvero esplicativa dei modi in cui l'individuo, muovendo dal terreno pre-personale, sul quale si costituisce come soggetto, formuli deliberazioni dotate di quella forza impulsiva che le rende abili a trapassare in azioni, si deve comunque riconoscere che essa mette in luce un limite essenziale dell'esperimento di Libet, il quale, più che dirci qualcosa sul libero volere, sembrerebbe piuttosto svelarci i presupposti che lo rendono possibile.

²⁴² Chiereghin (2004), p. 123.

chiamiamo “mentali”, è quello di colmare il *gap* tra le dinamiche fisico-chimiche, in cui tali fenomeni si realizzano, e ciò che sul piano fenomenologico ci rende consapevoli della nostra esperienza come qualcosa di unitario e integrato. La questione è stata posta non di rado in una forma che ha viziato fin da principio ogni possibile soluzione del problema. Il lato *materiale* del cervello, infatti, è stato spesso considerato come il sostrato neuronale che genererebbe – o da cui “emergerebbero” – le funzioni che chiamiamo “mentali”, e che rappresenterebbero il lato *formale* dei processi cognitivi.

Tuttavia, se consideriamo più da vicino cosa intendiamo con l’uso di termini quali “forma” o “materia in riferimento alle dinamiche cerebrali, ci rendiamo conto che la loro differenza non si stabilizza in una forma statica e dicotomica, che renderebbe impossibile pensare ad una qualche relazione fra i termini, né procede in forma divergente, dove il tentativo di trovare un “termine medio” che colmi la distanza tra i termini si rivelerebbe un’impresa sempre più disperata.

Un primo passo verso lo scioglimento della gessificazione subita dai concetti di “forma” e “materia” può essere quello di intenderli in senso aristotelico, come nozioni dinamico-funzionali riferite a proprietà che determinano, in un’entità, il suo maggiore o minore grado di integrazione, di interdipendenza fra le parti, di coesione, e così via. Così, Aristotele intendeva ad esempio il “genere” come “materia”, e la “differenza specifica” come “forma”, perché la differenza specifica determina ciò che nel genere è ancora indeterminato²⁴³. Se anziché

²⁴³ Nella definizione dell’uomo, ad esempio, “animale” indica il genere, mentre “razionale” indica la differenza specifica. Ora, il legame reciproco e inscindibile tra forma e materia è massimamente visibile nel caso del vivente. L’anima, per Aristotele, non è una sostanza *ontologicamente* separata dal corpo, ma esprime l’attività delle funzioni che un organismo può esercitare finché rimane tale, ossia finché non intervenga un principio esterno a determinarne la disorganizzazione, comportandone la morte. L’anima è definita da Aristotele in diversi modi: essa è via via la “forma di un corpo naturale che ha la vita in potenza”, “atto del corpo”, e, più precisamente, “l’atto primo di un corpo naturale che ha la vita in potenza”, cioè di un corpo “dotato di organi”; infine, l’anima “è sostanza nel senso di forma, ovvero è l’essenza di un determinato corpo”: cfr. Aristotele (2005), pp. 115-117. L’anima è *forma* nel senso che è ciò che *determina* un corpo e lo fa essere ciò che è, ossia un corpo specificamente “vivente”: in altre parole, “l’anima è il modo in cui il carattere generale dell’essere *forma-di* qualcosa si specifica quando interviene a configurare ciò che possiamo riconoscere come vivente”: Chiereghin (2004), pp. 361-362. Da ciò si comprende come Aristotele sia lontanissimo da ogni forma di

ricercare *cosa* siano materia e forma ne indaghiamo invece la *funzione*, questa “ci mostra la materia come il determinabile e la forma come il determinante”²⁴⁴.

Ora, se ciò che accomuna il cervello e il mondo non è che la materia di cui sono costituiti, la differenza originaria dovrà trovarsi altrove, e precisamente nel *modo* in cui tale materia si offre rispettivamente all’essere del mondo e ai processi cerebrali. Ciò significa che, affinché vi sia “cervello”, la materia deve non solo assumere una certa *forma*, ma *organizzarsi* in modo peculiare, tale da permettere che questa forma sia a sua volta creatrice di forme. Se, per ipotesi, proviamo a considerare mente e cervello come *fasi* di un processo corrispondenti a diversi livelli di integrazione e di organizzazione della materia, potremmo allora pensare la mente come lo “stato finale dell’evoluzione del sistema, in cui il cervello è finalmente cervello ‘umano’ e la mente è ‘incarnata’, nel senso che nell’organizzazione del cervello non esistono più comportamenti separati, ma la specificità delle sue strutture risulta integrata in una universale connettività”²⁴⁵.

La compenetrazione reciproca di materia e forma si fonda sul fatto che queste non sono determinazioni estranee l’una all’altra, ma hanno in comune la *possibilità di organizzazione*, che l’una (la forma) può conferire a ciò che rispetto ad essa è materia, e l’altra (la materia) può accogliere da ciò che rispetto ad essa è forma. Esse risultano così reciprocamente definite, e la loro differenza è una differenza di “grado”, e non una differenza “ontologica”. Si potrebbe dire che la loro differenza ontologica consiste proprio nel “grado di organizzazione” che le definisce come materia e come forma. Se questo è vero, la loro compenetrazione reciproca consente di concepire la materia come “la forma nel suo divenire o nel processo della sua manifestazione, mentre la forma sarebbe la materia nel compimento delle sue possibilità di

dualismo ontologico. Si potrebbe dire che “in questa prospettiva, che vede l’anima come la ‘forma’ del corpo, e intende la forma come ciò che determina le potenzialità *funzionali* di un ente, spiegare in che cosa consiste avere una mente significa indicare delle *capacità* di un organismo”: Francesco (2008), p. 53. Aristotele è chiaro su questo punto: “non c’è bisogno di cercare se l’anima e il corpo formano un’unità, allo stesso modo che non v’è da chiedersi se formano un’unità la cera e la figura né, in generale, la materia di una data cosa e ciò [la forma] che ha per sostrato tale materia”: Aristotele (2005), p. 117.

²⁴⁴ Chiereghin (2004), pp. 127-128.

²⁴⁵ Ivi, p. 203.

configurazione. Si potrebbe anzi dire che là dove il processo d'integrazione è totalmente realizzato, materia e forma non si distinguono più, perché il determinante non ha più nulla di determinabile su cui esercitare la propria funzione"²⁴⁶.

Non si può dire che esistano contenuti più o meno "coscienti", ma piuttosto che la coscienza è la potenza del passaggio di un contenuto mentale da uno stadio di minor organizzazione a uno più organizzato, e ciò dall'infimo livello sensoriale fino ai gradi più elevati della riflessione su di sé. Così, anche le interminabili dispute tra le varie forme di "spiritualismo" e ciò che si propone come "materialismo" sarebbero rivelate nella loro sterilità priva di vita, e dovrebbero essere riviste alla luce dell'evidenza che, ad esempio, l'attività integrata del pensiero nelle sue funzioni più elevate è sì incomparabilmente diversa da quella presente, nella pur mirabile complessità dell'attività neurale – il che ci giustificherebbe a definire la prima "forma" e la seconda "materia" –, ma che tuttavia entrambe si presentano accomunate, in diversi gradi, dalla medesima tensione verso la forma, l'integrazione, l'attività organica delle parti, in una parola: dalla tensione verso la forma come "modo di organizzazione".

4. Il fattore arazionale nei processi volitivi e l'importanza della fase istruttoria

L'interrogazione su che cosa "muova" il soggetto all'azione, una volta che egli abbia ponderato le vie percorribili per realizzare il proprio *desideratum*, ha accompagnato costantemente la filosofia occidentale fin dai suoi esordi, trovando solo di rado risposte soddisfacenti. E tuttavia, è proprio qui che si racchiude l'enigma più profondo cui la comprensione dell'azione intenzionale ci mette di fronte. La definizione fenomenologica considera infatti una decisione come "l'atto che riempie l'apparente lacuna causale fra un'azione possibile e i suoi motivi", o, detto altrimenti, "l'atto che aggiunge ciò che manca alla sufficienza del motivo"²⁴⁷. La lacuna causale può essere esperita direttamente quando, ad esempio, un atto viene intrapreso senza deliberazione, o nel caso in cui una deliberazione, pur conclusa con la necessità dell'azione (come in

²⁴⁶ Ivi, p. 139.

²⁴⁷ De Monticelli (2010), p. 119.

un perfetto sillogismo pratico), non è tuttavia sufficiente a realizzare l'azione. Ma qual è il termine medio tra il motivo dell'azione e la sua messa in atto? Sembra infatti che “come possa l'intelletto contenere un principio di azione, è cosa difficile da intendere”²⁴⁸.

²⁴⁸ Kant (1971), p. 50. Vi sono spunti, in alcune di quelle che sono considerate le opere “minori” di Kant, che si rivelano sorprendentemente affini ai risultati più moderni degli studi neuroscientifici. Proprio dove egli sembra rivolgere lo sguardo a problemi marginali, possiamo rinvenire elementi che ci consentono di rivedere concettualmente l'interpretazione delle scoperte d'oggi sul cervello e sui processi mentali. I *motiva subjective moventia* si concretizzano, per Kant, in ciò che mi “spinge” a fare quel che l'intelletto ha giudicato come dovere. L'intelletto, in quanto “facoltà della regola delle nostre azioni”, è la sede del principio supremo di ogni giudizio pratico, il quale è oggettivo e prescrive la regola universale (cioè valida per tutti gli uomini), cui un'azione si deve conformare per caratterizzarsi come azione *morale*. Se, da un lato, l'intelletto contiene la legge universale in grado di rendere *morale* un'azione, e se, d'altro canto, sono gli impulsi particolari ciò di cui abbiamo esperienza come “moventi” delle nostre azioni, qual è il “termine medio” fra intelletto e azione? Quale la “forza impulsiva” che oltrepassa l'intelletto e conduce all'esecuzione dell'atto? In Kant, ciò che concretizza nell'individuo la legge universale, rendendola movente dell'azione particolare, è il “sentimento morale” come “principio che regge l'impulso”: ivi, p. 42. Esso si produce quando il motivo (*Bewegungsgrund*) presente nell'intelletto riesce a sollecitare i moventi (*Triebfeder*) soggettivi, inducendo la sensibilità ad accordarsi alla legge universale: cfr. ivi, p. 52. In termini neuroscientifici, il sentimento morale farebbe da termine medio tra l'aspetto sensomotorio dell'uomo, in quanto ente affetto da *input* esterni, e l'aspetto “mentale” dell'uomo, come essere che si percepisce libero dai condizionamenti del mondo naturale. A differenza dell'istinto, che si rivolge immediatamente all'oggetto desiderato, la volontà, per Kant, ha di mira sempre l'universale, nel quale essa si determina non solo quando formula leggi pratiche, valide per tutti gli uomini, ma anche quando procede secondo massime che, seppur soggettive, contengono parimenti una determinazione *universale* della volontà. La volontà rifiuta ogni movente particolare in vista dell'universalità, ed è proprio quest'atto di autodeterminazione che la rende autonoma: “la legge non è quindi altro che l'atto di autoaffermazione della volontà che si riconosce identica all'universalità del comando morale ed è così ragion pratica. In definitiva, l'unico fatto della ragione è la ragione stessa in quanto pratica”: Kant (2000), p. 161. La legge morale rappresenta così sia il fondamento di determinazione oggettivo delle azioni in generale per mezzo della ragion pratica, sia il fondamento di determinazione soggettivo di ciascuna azione particolare quando, influenzando la sensibilità del soggetto, esso si fa “movente”.

4.1. Il “borbottare” del cervello come correlato del “*principium executionis*” dell’azione

Se un “movente” è “il fondamento di determinazione soggettivo della volontà di un essere”²⁴⁹, esso dovrà trovare una modalità per trasformarsi in forza attiva di movimento. Tuttavia, il *modo* in cui il pensiero che giudica e decide passa all’azione resta inafferrabile. Infatti, “nessuno riesce e riuscirà a capire come l’intelletto possa avere, nel giudicare, una forza impulsiva. L’intelletto, certo, può giudicare, ma conferire a tale giudizio dell’intelletto una forza, farne un impulso per spingere il volere a compiere l’azione, questo è la pietra filosofale. [...] Così, in virtù della sua natura, l’intelletto acquista una forza impulsiva”²⁵⁰.

Ciò che muove all’azione non è deducibile da alcun principio intellettuale, ma trova la sua condizione di possibilità in un *principium executionis*, in un’energia impulsiva che non solo è la responsabile dell’agire indipendentemente dal fatto che il soggetto sia cosciente del contenuto delle sue intenzioni, ma che sta anzi alla base della stessa presa di coscienza²⁵¹. Una tale energia impulsiva (paragonabile all’*orexis* aristotelica) troverebbe oggi nel “borbottare” del cervello il suo corrispettivo neurofisiologico. Come quest’ultimo, infatti, anche quell’elemento arazionale precede l’azione e la fa primariamente scaturire, senza poter essere ridotta al processo “razionale” del processo deliberativo o al divieto cosciente che blocca l’azione²⁵².

²⁴⁹ Kant (2000), p. 161.

²⁵⁰ Kant (1971), p. 51. Senza dubbio, le domande lasciate aperte da Kant sono molteplici. Ad esempio, se la legge morale permette di riconoscere il fatto *che* la libertà è reale, *come* avvenga poi che una tale legge determini la volontà del soggetto rimane un problema insoluto anche nella *Critica della ragion pratica*; “come, infatti, una legge possa essere per se stessa e immediatamente motivo determinante della volontà (ciò che è l’essenziale di ogni moralità), è un problema insolubile per la ragione dell’uomo, e coincide con quest’altro: come sia possibile una volontà libera”: Kant (2000), pp. 161-163.

²⁵¹ Cfr. Kant (1985), p. 13.

²⁵² Cfr. Chierighin (2009), pp. 45-46. Esplicito nel riconoscere il carattere semplice e “sperimentale” dell’atto motorio scelto per l’esperimento, Libet ha tuttavia generalizzato i risultati delle proprie scoperte, concludendo che “la sequenza dei processi volontari del cervello che porta ad ‘agire adesso’ può essere applicata a tutte le azioni volontarie” – Libet (2007) p. 153 – sia spontanee sia deliberate

4.2. Tempo e libertà negli atti motori semplici

Nell'artificialità del tipo di movimento imposto in sede sperimentale è stata da più parti colta una ragione sufficiente per rigettare l'interpretazione libetiana (ma anche di molti altri neuroscienziati) sulla libertà dell'azione in generale. Non è difficile cogliere con perplessità la convinzione, secondo cui “un semplice movimento di flessione di un dito o del polso sia veramente un atto volontario originante da una decisione cosciente”²⁵³. Si tratta infatti di un movimento che, considerato isolatamente, nella vita quotidiana sarebbe totalmente privo di significato. Se per un atto semplice, come quello di muovere il polso, usare il termine “libertà” può sembrare eccessivo, non si deve forse riconoscere che “la libera decisione è invece esercitata nella scelta del comportamento globale”²⁵⁴, la cui complessità è indescrivibile e non consente di circoscrivere in essa alcun atto che sia propriamente “semplice”?

Certo, ai fini del successo dell'esperimento, è necessario che lo scienziato delimiti il più possibile il fenomeno indagato, riducendone la complessità per poterlo monitorare senza contaminarlo con fattori esterni. Nel caso della maggior parte degli esperimenti, tuttavia, non solo la selezione dell'atto da far eseguire ai soggetti (in Libet, si trattava di “una *semplice* ma improvvisa flessione del polso”²⁵⁵), ma anche la scelta della finestra temporale entro cui stabilire l'istante della presa di coscienza nell'atto volontario sono operazioni non così innocue come potrebbero apparire a prima vista. È già stato notato che proprio la brevità di tale finestra preclude allo sperimentatore l'osservazione dei processi neurali “di lunga durata” in gioco nella produzione dell'atto volontario, al punto che trarne conclusioni circa la libertà *tout court* sembra quanto mai improprio. Oltre al fatto che il compito dell'esperimento deve essere tenuto in *memoria* dai soggetti (cosa che

precedentemente. Egli è accorto nella distinzione tra la deliberazione sul tipo di azione da compiere e l'intenzione di “agire adesso”. L'agire “adesso”, infatti, è indipendente dai processi decisionali programmati e, come abbiamo visto, inizia inconsciamente almeno 350 msec *prima* che appaia la volontà cosciente di agire.

²⁵³ Tempia (2010), pp. 99-100.

²⁵⁴ Ibid.

²⁵⁵ Libet (2007), p. 130, corsivo mio.

potrebbe influire su quel “borbottio” del cervello determinante ai fini della coscienza dell’atto), sembra che, più in generale, non si sia tenuto abbastanza conto di ciò che accade *prima* dell’esperimento.

Ora, “perché l’attivazione cerebrale, registrata anteriormente alla presa di coscienza, mette in gioco la parte della corteccia motoria preposta alla flessione del polso e non quella preposta a un qualunque altro movimento, come ad esempio flettere la caviglia? Evidentemente, perché il soggetto è stato pienamente istruito prima della prova [...]”²⁵⁶. Se, nell’atto volontario, ad attivarsi prima che il soggetto ne prenda coscienza è una sola e specifica area del cervello, ciò accade perché “ciò che muove” è sì una forza cieca e impulsiva, il cui *scopo* è nondimeno già determinato in partenza, nel momento in cui il soggetto accetta la consegna dello sperimentatore, “*decidendo* di decidere” ad agire nel momento in cui ne sente il desiderio. È sulla decisione nel primo senso che dobbiamo focalizzarci per comprendere il significato della libertà vera e propria – della libertà che dà primariamente senso al nostro agire.

Data “la presenza di una certa implicazione reciproca tra la fase istruttoria consapevole dell’esperimento, l’inizio inconscio dell’azione a livello cerebrale e il suo andare a effetto o abortire nuovamente accompagnato dalla coscienza [allora] la decisione volontaria e consapevole può accadere quando la parte impulsiva, cui spetta propriamente di dare l’avvio al movimento, si trova intimamente fusa ai risultati derivanti dalla fase istruttoria del processo deliberativo”²⁵⁷. *Prima* ancora della presa di posizione, mediante il veto, circa l’azione imminente, vi è dunque una decisione originaria che non precede (come un *fatto*), bensì condiziona (come un *atto*) il momento empirico della presa di decisione²⁵⁸.

Considerata la fase *istruttoria* come momento tutt’altro che secondario dell’esperimento, risulta anche comprensibile come non sia un’area qualsiasi ad attivarsi prima del movimento, bensì proprio quella che il soggetto *sa* fin dall’inizio di dover attivare. Infatti, i processi *inconsci* che accompagnano l’attivarsi della corteccia motoria sono sì registrabili *prima* che il soggetto divenga consapevole dell’intenzione di agire, ma sono anche sempre *secondari* all’atto di decisione proprio del momento istruttorio.

²⁵⁶ Chiereghin (2009), p. 47.

²⁵⁷ Ivi, pp. 48-49.

²⁵⁸ Cfr. Chiereghin (1991), p. 174.

In ultima analisi, “ogni decisione empirica ha già alle sue spalle un essersi decisi per l’intenzione che sorregge la scelta. C’è quindi un’anteriorità non temporale, ma di principio, dell’atto con cui il libero arbitrio accoglie la “massima” capace di orientare l’agire nella sua totalità. [...] L’uso della libertà nel tempo, come fatto del decidersi, suppone sempre come sua condizione di possibilità un essersi già decisi mediante un uso non empirico, ma noumenico, puramente intelligibile, della libertà”²⁵⁹. Una tale interpretazione non solo non contrasta con i risultati dell’esperimento di Libet, ma risulta anche confermata anche dai successivi studi condotti sulle aree cerebrali coinvolte della produzione degli atti volontari.

5. Considerazioni finali sui presupposti sperimentali libetiani

5.1. Tempo soggettivo e riferimenti intersoggettivi

In sede sperimentale, non è infrequente vedere esplicitato il tentativo non solo di evitare qualsiasi introduzione di leggi *a priori* nella spiegazione della relazione mente-cervello, ma anche di seguire il resoconto introspettivo come criterio operativo precipuo. Qualsiasi evidenza comportamentale, che non dia luogo ad alcun resoconto introspettivo di esperienza, non fornisce alcuna prova valida al fatto che siamo in presenza di un’esperienza soggettiva cosciente. In assenza di un resoconto introspettivo, infatti, l’osservazione delle dinamiche cerebrali ci dice ben poco sull’esperienza soggettiva di chi la prova: le configurazioni molecolari dei processi neurali non ci mostrano mai quali siano i fenomeni mentali che vi sottendono o che scaturiscono da essi.

Le ricerche germogliate a partire dai primi risultati sulla volontarietà degli atti motori muovono dal presupposto che “gli eventi ‘fisici’ osservabili esternamente e gli eventi ‘mentali’ interni siano categorie fenomenologicamente indipendenti”²⁶⁰, correlati certo, ma la cui relazione emerge solo dall’osservazione simultanea dei due fenomeni separati, e non può essere prevista *a priori* in base all’osservazione dell’uno o dell’altro. Com’è possibile *correlare* resoconto soggettivo e osservazione oggettiva? Come possiamo essere certi che si tratta dello

²⁵⁹ Ivi, pp. 173-174.

²⁶⁰ Libet (2007), p. 21.

stesso fenomeno unitario, osservato da due prospettive diverse? L'accesso sperimentale alla coscienza è duplice sia rispetto alle due serie di eventi in gioco (attivazione neurale e intenzione mentale), sia rispetto alle figure presenti: lo scienziato e il soggetto dell'esperimento.

Il carattere “soggettivo” dei resoconti individuali, necessariamente accolti come “dati” scientifici al pari di quelli ottenuti tramite l'osservazione “in terza persona”, non è sinonimo di “meno attendibile”, ma caratterizza specificamente quel tipo di informazioni non altrimenti ottenibili che interrogando gli stessi *soggetti* dell'esperimento: “il resoconto di un'esperienza consapevole è una *comunicazione verbale* e non è dello stesso tipo degli altri dati scientifici”²⁶¹. Nell'interpretazione dei risultati neuroscientifici non si può dunque prescindere né dalla considerazione dell'esperienza ordinaria, vissuta soggettivamente e descritta nei termini del linguaggio comune, né dal suo intreccio inscindibile con il punto di vista scientifico sul comportamento, la cui oggettività fa perno sulla condivisibilità di osservazioni universalmente comunicabili.

La considerazione della *comunicazione interpersonale* risulta così essenziale all'interpretazione dei risultati della ricerche scientifiche che intrecciano due “modalità *conoscitive* diverse, quella comune e quotidiana in prima e seconda persona tra sperimentatori e soggetti dell'esperimento, affidata al linguaggio ordinario, e quella che inerisce all'esperienza vissuta dal soggetto dell'esperimento in prima persona e i dati osservativi rilevati in terza persona dallo sperimentatore, nell'ipotesi di ricerca, che non è necessariamente comunicata per intero ai soggetti dell'esperimento”²⁶².

Infatti, come evidenziano i presupposti della maggior parte degli esperimenti, “se i due ordini di *eventi* non sono mantenuti *osservativamente* uniti e vengono invece separati, essi risultano appunto non confrontabili. La pretesa indipendenza fenomenologica delle due serie di eventi ignora il legame stabilito mediante la comunicazione verbale e ritiene inoltre di poter dividere in modo netto e pulito il comportamento, in modo dualistico quindi, riducendolo, in modo perfettamente dualistico, da una parte a *puri* movimenti e dall'altra all'esperienza di una *pura* coscienza di senso, quasi che essa fosse senza corpo. Ma se questi punti di vista e serie di esperienze fossero

²⁶¹ Ivi, p. 70.

²⁶² Ivi, p. 71.

effettivamente separati o nettamente separabili, essi sarebbero anche non correlabili, e una *scienza* della coscienza sarebbe *per principio impossibile*²⁶³.

A ben vedere, a fronte di una simultaneità, *percepita soggettivamente*, tra azione e consapevolezza dell'intenzione di agire, il *ritardo* della consapevolezza, fissato sperimentalmente (ma già lo stesso processo di retrodatazione), è invece stabilito dal confronto, rispettivamente, tra l'attivazione *neurale* e l'evento *mentale* della presa di coscienza. Una tale scansione temporale dei processi volitivi è tuttavia concepibile solo se escludiamo la considerazione dell'esperienza soggettiva, accettando solo il punto di vista dello scienziato: l'osservazione scientifica, infatti, spezza in diversi istanti puntuali ciò che il soggetto esperisce invece come un unico evento simultaneo.

Ma come rendere coerenti il punto di vista soggettivo, in cui tutto avviene simultaneamente e senza ritardi, e il punto di vista "scientifico", in cui la consapevolezza è realmente *ritardata* rispetto all'attivazione neurale? Ancora una volta, è necessario considerare il carattere *intersoggettivo* dell'esperimento, tentando di comprendere i due punti di vista non come prospettive reciprocamente escludentisi, bensì come complementari, in quanto si riferiscono al *medesimo* fenomeno. Si potrebbe articolare la simultaneità vissuta soggettivamente descrivendola non come un insieme di *istanti* separati e rinchiusi nella loro individualità, bensì come un *campo di presenza e di simultaneità*.

Comprendendo il tempo dell'esperienza soggettiva e quello dell'osservazione sperimentale in un unico "campo di presenza", risulta concepibile una nuova unità tra soggetto e sperimentatore, che consente di correlare non solo due diverse forme di comunicazione, ma anche *due forme di temporalità* radicalmente distinte. Lungi dal rappresentare un elemento accessorio, che si aggiunge all'osservazione esterna della coscienza, il vissuto coscienziale, in quanto riportato verbalmente e soggettivamente, va dunque riconosciuto come l'*explanandum* stesso di una scienza della coscienza, che include nel discorso scientifico tanto la comunicazione verbale quanto l'esperienza *prescientifica* del soggetto. Il fatto che ad attivarsi per prime siano proprio le aree di più alto livello, cioè quelle più ricettive nella fase istruttoria, e che invece la corteccia motoria, preposta all'esecuzione meccanica dell'atto, si attivi solo in seguito, conferma la necessità di reintrodurre il *setting* sperimentale nel

²⁶³ Brena (2009), pp. 71-72.

flusso dell'esperienza vissuta, e ciò senza “perdere mai di vista la continuità dei processi che dal livello mentale trapassano al neurale e poi di nuovo al mentale, fino alla conclusione dell'atto motorio, in un gioco ininterrotto di connessioni reciproche”²⁶⁴.

5.2. Libertà positiva e libertà negativa in Kant e nel dibattito neuroscientifico

Se ciò che guida l'indagine sulla natura è la ricerca di leggi empiriche, che regolano deterministicamente il suo divenire, quando lo studio sperimentale si approfondisce nello studio sul funzionamento degli esseri “pensanti”, la cosa si complica non solo dal punto di vista metodologico, ma anche da quello concettuale. L'osservazione dei processi neurali connessi al pensiero implica infatti l'utilizzo di concetti che assumono in tale contesto un significato spesso assai diverso rispetto a quello riscontrabile nelle altre scienze.

È il caso, ad esempio, del concetto di “causa”, che, nonostante le avventure e i profondi mutamenti subiti nel corso della storia del pensiero scientifico (grazie soprattutto allo sviluppo della fisica quantistica e della biologia odierne), ha spesso conservato la valenza che il senso comune vi attribuisce. Non diversa è la condizione delle scienze del cervello, in cui, sebbene sia stata da tempo riconosciuta l'insufficienza di appellarsi alle sole “leggi di natura” per rendere conto della maggior parte dei processi neurali connessi alle funzioni mentali, si tende ad evitare di oltrepassare i limiti del rassicurante ambito dei fenomeni osservabili nell'esperienza²⁶⁵.

Ma è davvero innocuo assumere che le *cause* di *tutte* le funzioni prodotte dall'interazione mente-cervello siano spiegabili in termini empirici? Che *tutti* i processi soggiacenti a una tale interazione, i quali danno luogo all'esperienza cosciente, siano *esaurientemente* spiegabili attraverso l'osservazione sperimentale di fenomeni misurabili? Chi ci assicura che la ricerca delle *cause* del mentale non solo non ci conduca, per quanto concerne il suo *modus agendi*, al di fuori del campo di ciò che

²⁶⁴ Chiereghin (2009), p. 53.

²⁶⁵ Anche quando Libet avanza l'ipotesi, questa sì davvero metafisica, del “campo mentale cosciente”, egli si affretta a proporre del pari un possibile esperimento che ne possa verificare la validità.

è empiricamente osservabile, ma anche a dover ammettere l'esistenza di funzioni non supportate del tutto da apparati fisici (neurali)? Se gli effetti dell'azione sono osservabili empiricamente, è forse necessario che anche l'*atto* mediante cui la causa dà luogo all'effetto sia qualcosa di empirico? Non è forse possibile che questo tipo di causalità empirica “possa essere anche l'effetto di una causalità non empirica, bensì intelligibile? Non sarà forse possibile, cioè, che tale causalità empirica sia l'effetto dell'azione originaria, rispetto ai fenomeni, di una causa che pertanto non è un fenomeno ma, in base a questa sua facoltà, è intelligibile, sebbene essa per altro verso, come un termine della catena naturale, debba essere totalmente ascritta al mondo sensibile?”²⁶⁶

Come abbiamo visto, uno dei requisiti dell'azione libera consiste nel “poter agire senza costrizione alcuna”²⁶⁷. Si tratta, tuttavia, di una definizione ancora “negativa” della libertà, in quanto non la si considera ancora come la capacità di agire in modo *conforme al nostro volere*. La libertà viene infatti definita “positivamente” come “il potere di agire conformemente al proprio volere (e a nient'altro)”²⁶⁸. Così definito, il *concetto di libertà* può applicarsi solo agli agenti volontari e alle azioni volontarie²⁶⁹. Un'azione libera è un'azione (pienamente) volontaria. In ogni caso, “quando ci chiediamo se la libertà esiste, o se l'uomo è libero, ci chiediamo se le decisioni stesse siano liberamente prese, *se il volere stesso sia libero*. Il problema del “libero arbitrio” è questo – è il problema della libertà del volere (*free will*)”²⁷⁰. Le due definizioni precedenti non ci aiutano tuttavia a risolvere alcune questioni essenziali, che sorgono quando ci chiediamo, ad esempio: sono davvero io il soggetto delle mie azioni? Ho davvero il potere di determinarmi all'azione? Da chi o da che cosa dipendono, in ultima analisi, le mie azioni, le mie scelte, le decisioni che prendo? In questi casi, occorre specificare di che natura sia questo “potere”, a *chi* appartenga, e così via.

Una definizione più comprensiva intende la libertà come “il potere di determinarsi a un'azione”²⁷¹. Determinarsi a un'azione

²⁶⁶ Kant (2004), p. 801.

²⁶⁷ De Monticelli (2010), p. 43.

²⁶⁸ Ivi, p. 45.

²⁶⁹ La *libertas* latina ha la medesima radice di *libet* (letteralmente: “piace, è approvato”) ed è legata a *libenter* (“volentieri”); inoltre, l'avverbio *libere* si traduce con “di sua propria volontà”.

²⁷⁰ De Monticelli (2010), p. 45.

²⁷¹ Ivi, p. 75.

significa *decidersi*, e decidersi è l'atto fondamentale del *volere*. La libertà risulterebbe così essere una *caratteristica essenziale* della volontà, perché rimanda alla disposizione dell'agente verso un'azione volontaria: “la volontà è quindi quella disposizione di cui le decisioni sono gli *atti*. Volontà è anzitutto la disposizione a prendere decisioni”²⁷². In questa progressione di definizioni della libertà non è tuttavia ancora chiaro cosa definisca la libertà in sé (come sostantivo), in quanto essa si distingue dalla libertà come attributo della volontà.

La duplice caratterizzazione – negativa e positiva – del concetto di libertà nel dibattito neuroscientifico sembra muoversi su un terreno concettuale incredibilmente simile a quello proprio della concezione kantiana della libertà come espressione somma dell'essenza umana. Anche per Kant, la libertà è definita *negativamente* come la capacità della volontà di produrre effetti *indipendentemente dalla determinazione di cause esterne*, e in particolare dalle inclinazioni della sensibilità. La definizione *positiva* di libertà si riferisce invece alla capacità della volontà di autodeterminarsi da se stessa²⁷³.

È proprio su questo punto, inoltre, che la causalità della libertà si mostra nella sua radicale alterità rispetto alla causalità delle leggi della natura. Mentre, infatti, quest'ultima implica una *eteronomia* delle cause efficienti, le quali sono sempre determinate da altro ad agire, la libertà della volontà è invece *autonoma*, poiché è la proprietà della volontà di essere legge a se stessa. Nel suo senso positivo, la libertà si identifica dunque con un tipo peculiare di legislazione, che si distingue da quella della natura e che fa perno sulla legge morale: la stessa cosa è dire volontà libera e volontà sotto leggi morali.

Uno degli insegnamenti del risultato della terza Antinomia kantiana consiste nell'informarci su una distinzione ontologica fondamentale: quella tra il libero arbitrio e la libertà pratica, che abbiamo visto essere inscindibile e non diversa dalla legge. Se vi è, nel soggetto, una capacità di “scegliere” tra il “sì” e il “no”, precisamente consentendo ovvero rifiutando l'azione deliberata, quest'atto, per Kant, ha a che fare non certo con la libertà pratica, la quale non si rivolge alle

²⁷² Ivi, p. 147.

²⁷³ “[L]a libertà dell'arbitrio è l'indipendenza della sua *determinazione* da ogni impulso sensibile, e questo è il concetto negativo della libertà. Ed ecco il concetto positivo: la libertà è la facoltà della ragion pura di essere per se stessa pratica”: Kant (2009), p. 14.

azioni, ma sempre e soltanto alla legge morale, cui si conforma necessariamente. La vera e propria “scelta” si manifesta invece nel mondo fenomenico come conseguenza di un atto dell’arbitrio dell’uomo, che proprio in quanto *liberum* rende l’uomo soggetto a responsabilità e colpa.

Kantianamente, la libertà nel primo senso è identica al *Wille*, alla volontà universalmente determinata dalla legge morale, mentre come aggettivo essa è una “caratteristica essenziale” della *Willkür*, dell’arbitrio umano, libero di accogliere o rifiutare l’uso della libertà per obbedire o meno alla legge: “nell’uomo l’unica e medesima facoltà di volere si differenzia in se stessa funzionalmente da un lato in quella che Kant chiama volontà *pura*, che si lega all’universalità della sua essenza in virtù del potere (*Vermögen*) della libertà, dall’altra il libero arbitrio (*freie Willkür*), che fa uso della libertà come principio delle sue scelte”²⁷⁴.

Vi è un punto, tuttora irrisolto e tuttavia cruciale, dalla cui chiarificazione dipende non soltanto la validità dell’interpretazione libetiana, ma anche la portata di ciò che chiamiamo “libertà”, sia per quanto riguarda la legittimità della nostra certezza di essere soggetti liberi, sia per ciò che concerne più propriamente l’apparato teorico che sostiene e guida le ricerche sperimentali. Si tratta qui di interrogare il significato e la portata di quell’intervallo di 100 msec che circoscrive, nell’ipotesi di Libet, il terreno entro il quale la libertà può effettivamente esercitarsi nella nostra vita, decidendo se le nostre azioni, già codificate dal cervello, verranno portate a compimento, o se saranno invece negate mediante la posizione del veto da parte della coscienza. Questo sembra il punto più delicato, la cui tenuta potrebbe decidere della plausibilità della nostra interpretazione, che potremmo definire una rilettura *sub specie kantiana* degli esperimenti di Libet²⁷⁵.

²⁷⁴ Chiereghin (1991), p. 98.

²⁷⁵ Credo che per legittimare tale tipo di rilettura sia necessario rimuovere un ostacolo preliminare che sembrerebbe comprometterla. La volontarietà degli atti, presa in considerazione da Libet, sembra non avere alcuna connotazione etica: nel gesto di premere un pulsante non è in gioco nulla che abbia a che fare con l’impegno morale dell’uomo. Al contrario, l’analisi kantiana della libertà in rapporto al libero arbitrio avviene all’interno di un orizzonte marcatamente etico, il quale (soprattutto nella *Religionschrift*) trapassa addirittura in quello religioso. Questo potrebbe fare apparire il tentativo di una rilettura kantiana di Libet un’inutile forzatura, quasi un volere ingabbiare i contenuti degli esperimenti libetiani all’interno di categorie nate in tutt’altro ambito e destinate a tutt’altro scopo. A

Per Kant, nell'uomo l'arbitrio si presenta come *liberum* proprio perché, sebbene *recettivo* tanto dal lato della sensibilità, quanto da parte della ragione, esso non è tuttavia necessitato da tali facoltà, ma conserva un lato di *spontaneità* che lo rende idoneo ad assumere liberamente, di volta in volta, una massima particolare come guida dell'azione²⁷⁶. Il legame che l'arbitrio intrattiene col mondo dell'agire è assai peculiare: se ogni azione viene portata a termine seguendo la massima, e se la massima è opera dell'arbitrio, che di volta in volta si misura da un lato con la volontà pura, dall'altro con gli impulsi e le inclinazioni, ciò significa che *l'arbitrio non si rivolge direttamente all'azione, ma primariamente alla formulazione della massima che guiderà l'azione*. Se l'azione è sempre particolare e se, d'altra parte, essa è sempre guidata da una massima, la quale soltanto è passibile di universalizzazione, allora è sulla "massima" che occorre focalizzare l'attenzione per scorgere i tratti della moralità di un individuo.

La massima sembra intrattenere un duplice rapporto con l'universalità: da un lato, è proprio in virtù della sua formulazione che l'azione particolare può essere giudicata come buona o cattiva (e bene e male sono universali in quanto oggetti della ragione pratica); in questo senso, si potrebbe dire che *la massima innalza l'agire all'universale*, giacché contrassegna ciascuna azione particolare quale concretizzazione della

questa difficoltà posso tentare di rispondere con due osservazioni. Innanzitutto, non bisogna trascurare il fatto (di assoluto rilievo) che l'analisi speculativa del concetto di libertà, condotta da Kant nella Dialettica trascendentale della *Critica della ragion pura*, avviene in ambito "cosmologico". Questo significa che la libertà ha qui una connotazione ben più ampia di quella etica; si tratta della libertà quale si dà nel "mondo", e non solo nell'uomo. La libertà che ha rilevanza morale è per se stessa una particolare declinazione della libertà cosmologica. Questa (che è poi la libertà nel suo senso più propriamente trascendentale) non ha, infatti, alcuna connotazione etica nella sua formulazione originaria, e proprio per questo non è estranea all'orizzonte degli esperimenti ideati da Libet: la libertà cosmologica è spontaneità e la spontaneità che si può dare nel "cosmo" consiste nella capacità di cominciare *da sé* (senza che *in sé* nulla cominci) una serie di accadimenti nel mondo. In secondo luogo, proprio tenendo conto della valenza "cosmologica" dell'idea di libertà, si può operare una lettura del rapporto posto da Kant tra libertà e libero arbitrio (rapporto caratteristico solo dell'uomo) che in certo modo mantenga sullo sfondo gli aspetti più marcatamente etici, per lasciare emergere le strutture teoretiche che Kant individua con analisi di estrema finezza.

²⁷⁶ Dalla possibilità di universalizzare tale massima, inoltre, dipende la bontà o la malvagità dell'azione condotta sotto di essa.

condotta generale (buona o cattiva) di un individuo, facendo altresì del comportamento di quest'ultimo non una somma di atti empirici, ottenuta per giustapposizione casuale di azioni e reazioni all'ambiente, ma un intero globalmente guidato dalla sovraordinata moralità dell'individuo. Se, per questo primo aspetto, la massima mostra di essere ancora alquanto di soggettivo (benché si applichi alla condotta *generale* di un individuo, essa manifesta comunque il comportamento *particolare* del singolo), il vero senso della moralità si esprime quando la soggettività si mostra in grado di formulare una massima che possa valere universalmente, vale a dire come una legge intersoggettivamente valida, e perciò potenzialmente estendibile all'intera umanità.

Insormontabile è dunque la distanza che separa la nozione di arbitrio propria di Libet e, in generale, dei suoi successori non solo da quella kantiana di libertà pratico-trascendentale, ma anche da quella di arbitrio in quanto facoltà della spontaneità del soggetto. L'arbitrio, kantianamente inteso, non ha nulla a che vedere con ciò che agisce in quei circa 100 msec in cui, tra il sorgere della consapevolezza e l'esecuzione dell'atto motorio, Libet pretende di osservare l'esercizio della libertà in atto.

Quell'ultimo residuo temporale del processo volitivo, che (salvo la posizione del veto cosciente) scaturisce nell'atto finale, manifesta la possibilità, per il soggetto, non tanto di scegliere liberamente "cosa fare", quanto piuttosto di dire "sì" o "no", in un istante casuale, ad un movimento già deciso sin dall'inizio. Per un tale tipo di "atto", parlare di libertà sarebbe non solo eccessivo, ma anche fuorviante, perché contaminerebbe la possibilità di caratterizzare propriamente la radicale eterogeneità della libertà in senso proprio dal tipo di atti in cui, come nel caso di Libet, il soggetto rientra in maniera meramente marginale.

5.3. Tempo e libertà. I limiti della nozione libetiana di arbitrio

Per parlare di "libertà" in senso pieno non è dunque sufficiente limitarsi a considerare l'esiguo intervallo di pochi millisecondi, circoscritto nel tentativo di determinare sperimentalmente il *timing* degli atti volontari, ma occorre altresì ampliare lo sguardo a quell'assai più lungo intervallo di tempo che precede l'esperimento e su cui si condensa, in ultima analisi, la vera "decisione" di agire. Si tratta, come

abbiamo visto, di quella che negli esperimenti corrisponde alla fase istruttoria, la cui *durata* non può essere frantumata in istanti o intervalli puntuali e isolabili nel flusso dell'esperienza soggettiva. E ciò perché questa carica su di sé fattori di complessità indescrivibile, che risultano inestricabilmente intrecciati l'un l'altro e che costituiscono complessivamente la storia globale di un individuo.

Inoltre, il soggetto libetiano ha a disposizione non più di 100 msec, durante i quali esercitare il proprio arbitrio rispetto all'azione, già predisposta a livello neurale – “decidendo” se compierla o meno. Più che una vera e propria “scelta”, al soggetto non si presenta tuttavia che un'alternativa tra il blocco dell'azione imminente (mediante la posizione del veto), e il mero lasciar essere l'azione (che tuttavia dev'essere parimenti considerato un'azione). Il presentarsi dell'alternativa è dunque la condizione per poter esercitare la scelta di vietare o di lasciar essere l'azione.

A fronte di un'esperienza della libertà “a lungo termine”, in cui il soggetto si trova a ponderare e calcolare i diversi motivi, prima che uno di essi si tramuti in movente, si ha dunque, a livello sperimentale, la determinazione di una libertà dell'arbitrio che si risolve unilateralmente nel risultato di un'alternativa esclusiva, quella tra il “sì” e il “no” all'azione imminente. Da un punto di vista kantiano, si potrebbe pensare che la limitazione che il soggetto incontra in questo tipo di scelta riguardi strettamente l'ambito fenomenico, mentre la libertà vera e propria ha a sua disposizione un ordine di ragioni qualitativamente altre, di certo non appiattite sulle due sole opzioni contrarie con cui ha a che fare l'arbitrio²⁷⁷.

Da questo punto di vista, le conclusioni di Libet sarebbero perfettamente valide solo se la libertà *tout court* si esaurisse in quello che costituisce il lato fenomenico del libero arbitrio. Tuttavia, l'errore di Libet non consiste tanto nell'essersi limitato al piano fenomenico del libero arbitrio, trascurando quello trascendentale della libertà (e trasferendo in quello il dominio di questa), ma nel non aver compreso che il libero arbitrio è ben lungi dall'esaurire il senso della libertà e ha bisogno, a sua volta, di una fondazione ulteriore. Una riprova che anche il libero arbitrio appartiene al piano noumenico della libertà potrebbero

²⁷⁷ L'arbitrio *dell'uomo*, proprio perché quest'ultimo è *influenzato*, *ma non necessitato* dagli stimoli sensibili, va considerato come *liberum* e, in quanto tale, pertinente all'ambito *noumenico* della soggettività, al pari della libertà ad esso sovraordinata.

essere proprio le difficoltà che incontra Libet nell'individuare i corrispettivi neurali del veto cosciente, com'egli stesso del resto ammette.

A differenza che nel mondo fenomenico, in quello noumenico della libertà non vi è né accettazione né rifiuto, ma l'assoluto conformarsi della volontà alla legge morale. Nell'orizzonte kantiano, a prima vista, si potrebbe pensare che una tale impossibilità, per l'essere razionale che è l'uomo, di determinare consapevolmente la propria volontà, lo privi proprio della parte più essenziale della "libertà". Ma con ciò non faremmo che ripetere l'errore di Libet, che consiste nell'identificare la libertà *tout court* con una facoltà decisionale meramente fenomenica: tale è la funzione che il neuroscienziato riferisce all'arbitrio, rispetto al quale soltanto è concepibile la scelta tra due opzioni alternative.

Se si dovesse identificare, sia nel soggetto kantiano, sia nell'individuo dell'esperimento di Libet, un atto che manifesti quella che viene comunemente detta "libertà di scelta", essa non coinciderebbe né con la libertà pratica di matrice kantiana, né col libero arbitrio nel significato conferitogli da Libet. La prima, infatti, "non decide" propriamente nulla, ma coincide con l'imperativo, e si rivolge all'arbitrio al fine di renderlo abile a promulgare massime universalmente valide. Il secondo, invece, ha sì a che fare con movimenti che è il soggetto cosciente a compiere, ma siffatti movimenti semplici sono ben lungi dal poter essere chiamati "atti liberi": essi evidenziano semmai, nella loro semplicità, quel principio motore che Kant, come già Aristotele, aveva identificato in un impulso a-razionale, ma risultano allo stesso tempo mancanti di tutto quell'assai più lungo e complesso processo deliberativo, che conduce il soggetto a scegliere consapevolmente non solo, e non tanto, "se", ma soprattutto "come" agire. Tale è la "libertà di scelta" che in Kant è una funzione del *liberum arbitrium*, il quale, è bene ricordarlo, non si rivolge alle singole azioni, ma perviene di volta in volta alla *libera* formulazione di una massima sotto cui portare a termine l'azione²⁷⁸.

²⁷⁸ È questo il motivo per cui il volere non si può dire né "libero" né "non libero": il suo compito non è infatti quello di scegliere tra una massima o l'altra, bensì quello di dettare, mediante un atto necessario, l'imperativo universale all'arbitrio, il quale poi è libero di adempiervi o meno. Se solo l'arbitrio (e non la volontà) può essere detto "libero" è proprio perché solo esso è chiamato a decidere se

Risulta ora chiara la ragione per cui non si può pretendere di ergere il movimento semplice di flessione del polso, oggetto dell'esperimento libetiano, a paradigma degli atti volontari di cui abbiamo coscienza nell'esperienza quotidiana. Potremmo dire che non solo un tale movimento semplice non ha nulla a che vedere con la libertà, ma che esso non può nemmeno dirsi libero nel senso in cui Kant parla, per quell'essere razionale che è l'uomo, di un "libero" arbitrio²⁷⁹. Da un lato, è vero che "il carattere più saliente della libertà dell'arbitrio che l'esperienza attesta con una moltitudine di esempi sembra consistere in una sorta di *libertas indifferentiae* e cioè nella capacità di scegliere tra un'azione conforme o contraria alla legge"²⁸⁰, il che renderebbe l'arbitrio un operatore neutro tra le due determinazioni assolute e opposte del bene sommo e del male infimo. D'altro canto,

conformarsi o meno alla legge, mentre il comando contiene in sé una necessità che l'arbitrio può disattendere. La libertà dell'arbitrio dell'uomo si configura così come la "capacità di sollevarsi dall'individualità dell'azione, attraverso la particolarità della massima, fino all'universalità della legge": Chiereghin (1991), p. 165. Lungi dal poter essere rappresentata come la libertà di scegliere tra diverse alternative, la libertà trascendentale è ciò da cui procedono le opzioni d'azione che si prospettano al soggetto. Essa non è solo "libertà-da" ogni condizionamento da parte della sensibilità, ma si identifica più propriamente come "libertà-di" dare luogo a nuovi corsi di accadimenti nel mondo, in virtù della facoltà di essere un cominciamento assoluto di fenomeni che *da* essa procedono e che non iniziano *in* essa. Ora, proprio quei caratteri che Kant le assegna nella Dialettica Trascendentale (l'incondizionatezza, la spontaneità assoluta, la capacità di dare inizio assolutamente a una serie di accadimenti nei fenomeni, ma soprattutto la *atemporalità*) ineriscono anche al libero arbitrio. Detto altrimenti, la "chiamata a scegliere" è altrettanto libera da condizionamenti empirici e, pertanto, "noumenica" quanto la libertà trascendentale. Si potrebbe pensare al libero arbitrio come ad una specificazione della libertà pratica, come a quel lato che media la libertà che è esposto al mondo sensibile. Quest'ultimo si manifesta con quell'aspetto di recettività che fa da controparte alla spontaneità dell'arbitrio, per cui esso "è la facoltà di *fare uso* della libertà, un uso che è a sua volta un atto libero [...]" – ivi, p. 161: e ciò in virtù del fatto che "nulla ha il potere di determinare l'arbitrio, se questo non assume su di sé liberamente come massima il principio che guida la realizzazione dell'azione": ivi, p. 162.

²⁷⁹ Abbiamo visto come per Kant il libero arbitrio sia rivolto non a singoli atti, bensì alla formulazione di massime e, inoltre, come esso si ponga con ciò al livello dell'universale, lontanissimo dal piano degli eventi osservabili nel mondo fenomenico, siano questi accadimenti della natura, o atti "decisi a caso" (come avviene nel caso della flessione del polso nell'esperimento di Libet).

²⁸⁰ Chiereghin (1991), p. 167.

tuttavia, a poter essere osservato è appunto *solo* il lato fenomenico dell'arbitrio, mentre è in quello noumenico che va ricercato il principio della “presa di posizione” vera e propria.

Dovendo dunque ritrovare il luogo peculiare, in cui si possa vedere la manifestazione in atto della libertà in senso pieno, siamo rimandati alla fase istruttoria dell'esperimento, quella in cui il soggetto sembra davvero compiere una scelta “etica”. Se l'accettazione o meno della consegna dello sperimentatore può essere sempre riferita a una massima sovraordinata, che ne contenga le ragioni, e se il libero arbitrio coincide con la facoltà di formulare massime, allora si può parlare propriamente di *libero* arbitrio solo nell'intervallo di tempo in cui il soggetto, ponderando le ragioni a favore o a sfavore della richiesta dello sperimentatore, vi risponde acconsentendo all'esperimento, ovvero rifiutando di sottoporvisi. Potremmo infatti chiederci: perché il soggetto accetta la consegna? Per il progresso della ricerca scientifica, per fare un favore allo sperimentatore, per obbedienza al proprio mestiere? In tutti questi casi, si tratta di un “motivo” che *può* sempre essere paragonato all'universalità della legge²⁸¹.

Quindi, possiamo dire che davvero etica, e quindi, kantianamente, *libera*, sia soltanto la scelta di assoggettarsi o meno all'esperimento. Per tutti gli altri atti (come la flessione del polso), per i quali non vi è alcuna massima che possa essere portata a principio ordinante, non è possibile parlare né di eticità, né dunque, kantianamente, di *libertà*. E non sorprende che la presunta “scelta” in tali atti sia dettata da alcunché di irrazionale: nel nostro caso, l'istante in cui il soggetto sente di “aver deciso” di flettere il polso è infatti preceduto da un'attività neurale cieca e governata da leggi deterministiche, che consentono l'emergere della coscienza in un istante imprevedibile per il soggetto (sino a pochi millisecondi prima dell'atto motorio) ma ben prevedibile, e con largo anticipo, dagli sperimentatori²⁸².

²⁸¹ Il grado di questa prossimità decreterà la bontà o l'insufficienza della decisione.

²⁸² Che la *libertas indifferentiae* non esaurisca l'essenza del libero arbitrio umano è dovuto al fatto che, nella prospettiva kantiana, non è possibile risalire dai fenomeni dati nell'esperienza alla definizione di un contenuto intelligibile. Nel nostro caso, ciò significa che, se la *libertas indifferentiae* è manifestata dal lato fenomenico dell'arbitrio, essa non ci dice ancora nulla sull'essenza noumenica di quest'ultimo. Ora, l'atto motorio dell'esperimento di Libet, somigliando più a un'applicazione della *libertas indifferentiae* che a un'esplicazione della formulazione di una massima, pur non rivelandoci alcunché circa la natura noumenica dell'arbitrio, sembrerebbe

Se il fondamento dell'imputabilità risiede nell'intenzione, e se questa viene accolta o rifiutata *liberamente* dall'arbitrio, si comprende come la responsabilità individuale risieda in ultima analisi in un *atto* che non può mai ridursi a *fatto* empirico, e che illumina piuttosto la natura dell'arbitrio come una specificazione dell'originaria spontaneità della volontà pratica: "ogni decisione empirica ha già alle sue spalle un essersi decisi per l'intenzione che sorregge la scelta. C'è quindi un'anteriorità non temporale, ma di principio, dell'atto con cui il libero arbitrio accoglie la massima capace di orientare l'agire nella sua totalità. Anteriormente al fatto di deciderci empiricamente, qui e ora, dobbiamo riconoscere la presenza in noi di una decisione originaria [...]"²⁸³.

Ogni decisione empirica è radicata in una decisione "noumenica", che non viene mai formulata nel tempo, ma riposa sulla natura atemporale e non empirica della soggettività pratica²⁸⁴. L'atto mediante cui l'arbitrio accetta o rifiuta di conformare la massima alla legge ha natura puramente intelligibile, e, per usare i termini della ricerca scientifica, non può essere ricavato mediante l'osservazione empirica della scelta di "agire ora", la quale rimanda ad esso come alla sua primaria condizione di possibilità: "è la spontaneità stessa, che sta alla base della libertà dell'arbitrio, a escludere la possibilità di una spiegazione causale delle scelte umane"²⁸⁵.

Nell'esperimento di Libet, ciò che "decide" il momento in cui agire non è una scelta consapevolmente ponderata dal soggetto, bensì qualcosa di totalmente estraneo a una pianificazione. È del resto lo stesso esperimento libetiano a proporsi in modo tale da "separare il processo per pianificare un'azione da quello della volontà spontanea e

comunque aderire all'atto più proprio dell'arbitrio quale si manifesta dal punto di vista fenomenico. Ma anche tale ipotesi va esclusa, dal momento che, come abbiamo visto, anche il lato fenomenico dell'arbitrio risulta imprescindibilmente legato alla massima, legata l'arbitrio quale facoltà noumenica dell'uomo. Anzi, la nostra credenza stessa di essere agenti liberi non poggia su una qualche "sensazione di libertà" percepita in ambito fenomenico, bensì sulla possibilità, per la massima, di mediare legge e azione, rendendo la prima movente alla seconda.

²⁸³ Chiereghin (1991), pp. 173-4.

²⁸⁴ Essa riguarda infatti la storia globale di ciascun individuo, che non è mai indifferente, ma sempre riferita al bene (quando la legge è assunta a principio supremo del comportamento) o al male (quando l'impulso alla felicità predomina sull'obbedienza alla legge).

²⁸⁵ Chiereghin (1991), p. 196.

libera di ‘agire adesso’²⁸⁶. Più che una decisione, il comando di “agire adesso”, di cui parla Libet, sembra piuttosto una sorta di “lancio di dadi”: esso è iniziato dall’attività inconscia, di cui il soggetto diviene consapevole solo più tardi, ma la sua vera origine deve essere trovata ben prima di quei 500 msec immediatamente precedenti l’atto motorio.

Se l’arbitrio kantiano non si può ridurre ad un *liberum arbitrium indifferentiae* è proprio perché *prima* dell’esecuzione dell’azione l’individuo ha *già* deciso in base a una legge che trova originariamente presente in sé, e che dà la misura dell’adeguarsi della massima alla legge prima che questa si trasformi in movente e che si risolva nell’atto vero e proprio. Una delle intuizioni più delicate ed eccezionali della speculazione kantiana consiste nell’aver intuito che tanto l’atto che accoglie i moventi morali, elevandoli a massime universali, quanto l’atto che sovverte l’ordine di tali moventi sono entrambi essenzialmente *atemporalì*: in ciò riposa il senso profondo della responsabilità delle scelte libere di un individuo²⁸⁷.

Riassumendo, la scansione dell’atto motorio sembra ripartita in un modo che va “dalla deliberazione all’inizio inconscio del movimento; da questo alla presa di coscienza di un processo che spontaneamente si è già messo in moto a livello corticale; dalla presa di coscienza di voler agire liberamente al proporsi dell’alternativa di accompagnare o bloccare il movimento nel suo esito finale; dal proporsi dell’alternativa alla sua risoluzione nella scelta decisa”²⁸⁸.

Ora, che cosa accade quando l’attivazione cerebrale inconscia “incontra” la funzione cosciente del processo volontario? In una parola: cosa accade quando il “neurale” incontra il “mentale”? Ciò che accade in tal punto di intersezione è descrivibile come una *biforcazione*, poiché, introducendo un elemento di discontinuità nella fase inconscia precedente (la quale, si badi bene, racchiude in sé la storia globale di un individuo), ne rompe al tempo stesso la linearità, aprendola a una complessificazione non prevista a livello neurale: “il percorso iniziato nel cervello non trapassa in maniera lineare alla coscienza, ma nel

²⁸⁶ Libet (2007), p. 130. Come abbiamo visto, sia quando i soggetti pianificavano in anticipo l’istante in cui flettere il polso, sia nei casi in cui ciò non accadeva, la consapevolezza *W* appariva in ritardo rispetto al sorgere degli RP.

²⁸⁷ Su questo tema, su cui non posso dilungarmi in questa sede, cfr. Chiereghin (1991), cap. IV, in particolare pp. 191-202.

²⁸⁸ Chiereghin (2009), pp. 59-60.

momento in cui emerge alla coscienza, esso può biforcarsi. La *realtà* di un processo neurale lineare si trasforma nella *possibilità* di due soluzioni alternative: lasciar essere o vietare il cammino iniziato in modo inconscio. Così quello che viene perduto in linearità viene guadagnato in complessità”²⁸⁹.

Se consideriamo che il momento istruttorio corrisponde alla fase “deliberativa” dell’atto volontario, in cui il soggetto si decide consapevolmente ad agire in un certo modo, risulta chiaro che ciò che è in grado di “muovere” all’atto motorio vero e proprio è qualcosa che coinvolge il soggetto alla base della sua “facoltà desiderativa”: si tratta di una funzione, la quale non può che essere inconscia, e che proprio perciò rappresenta il vero e proprio motore dell’azione. Il libero arbitrio sarebbe perciò pensabile come una specificazione dell’originaria spontaneità del soggetto, la quale agirebbe prima e renderebbe anzi possibile l’emergere della consapevolezza negli ultimi istanti che precedono l’azione.

Siamo perciò condotti a riconoscere l’esistenza di un fondamento inconscio e *atemporale* dell’azione, con una funzione mediatrice tra il comportamento globale coinvolto nell’elaborazione (di lunga durata) delle deliberazioni coscienti, da un lato, e, dall’altro, lo spazio (esiguo, ma essenziale) riservato alla coscienza nel momento più cruciale del processo volitivo: quello che decide le sorti dell’esito finale dell’azione.

5.4. Conclusioni. L’arbitrio come “schema pratico”

Un’ermeneutica kantiana dell’interpretazione libetiana dell’arbitrio ci ha condotti a cogliere i limiti e le possibilità di una tale nozione, nel momento in cui si intenda identificarla con la *libertà* umana *tout court*. Diverse sono le ragioni che non ci consentono di parlare di “arbitrio” relativamente a ciò che accade nel movimento attuato dal soggetto dell’esperimento libetiano.

In primo luogo, il rivolgersi dell’arbitrio non alle azioni, bensì alla formulazione delle massime per le azioni, lo colloca sul piano trascendentale quale specificazione della libertà pratica kantianamente intesa, i cui caratteri di absolutezza, di apriorità e, soprattutto, di atemporalità sono condivisi anche dall’arbitrio. Ciò che Libet chiama

²⁸⁹ Ivi, p. 56.

“arbitrio” è invece contrassegnato da caratteri (quali la collocazione temporale limitata a 100 msec, la condizionatezza data dalle istruzioni sull’atto da compiere, e così via) che lo rendono affine più a una capacità di “scegliere a caso” che a una vera e propria facoltà decisionale.

Inoltre, per Kant è solo in virtù del libero arbitrio che è possibile, per la massima particolare, elevarsi all’universale e adeguarsi in tal modo alla legge, che fa di ciascun atto compiuto sotto il suo dominio un’azione specificamente *umana*. Della tensione all’universale, che definisce la *libertà* umana, non vi è traccia nell’esperimento di Libet, limitato com’è alla finestra spazio-temporale entro cui il soggetto esegue un movimento semplice come lo scatto del polso. Lungi dal poter essere detto un atto “libero”, tale movimento risulta piuttosto un gesto “privo di storia”, la cui anonimità e insignificanza è incomparabile con l’attività di ponderazione e deliberazione che, assumendo su di sé l’indescrivibile complessità della biografia esperienziale di un individuo, rende l’atto umano un prodotto di una scelta *libera*. Nello studio di Libet, ciò corrisponde alla fase istruttoria, la quale, sebbene non sia stata considerata come fase rilevante ai fini dell’esperimento, deve al contrario essere riconosciuta come la sede della vera “decisione” da parte degli individui.

In conclusione, se sono i caratteri di atemporalità, apriorità, e universalità a rendere l’arbitrio umano veramente *libero*, è evidente allora che l’arbitrio di cui parla Libet non ha nulla a che fare né con una capacità decisionale, né tanto meno con una manifestazione essenziale della *libertà* umana, la quale deve essere ricercata in seno alla spontaneità originaria del soggetto noumenico, quale condizione trascendentale di possibilità dell’agire umano.

Da un punto di vista pratico, la legge, in quanto promulgata dalla ragion pratica, è assoluta e contrassegnata dalla medesima *atemporalità* propria della ragion pura pratica. Essa coincide anzi con quest’ultima, e si pone come motore immobile rispetto alla variabilità delle massime che l’arbitrio si trova di volta in volta a formulare. L’arbitrio, che conserva il suo carattere sovrasensibile nell’essere principio noumenico di serie causali nel mondo fenomenico, deve tuttavia calarsi nel mondo sensibile ogni qualvolta è chiamato a trovare una regola per ciascuna singola azione. In questo aspetto, l’arbitrio sembra svolgere la medesima

funzione che Kant, nella *Critica della ragion pura*, attribuiva allo “schema” quale determinazione trascendentale del tempo.

Come, infatti, compito dello schema temporale è quello di determinare *a priori* il molteplice contenuto nell'intuizione della sensibilità, mediando l'applicazione delle categorie dell'intelletto ai fenomeni, allo stesso modo l'arbitrio sembra avere quel peculiare potere di determinare il molteplice dell'azione nel fenomeno attraverso la definizione della massima, che, uniformandosi o meno alla legge universale, rappresenta per così dire “l'interfaccia” tra l'orizzonte noumenico, definito da quest'ultima, e il piano empirico delle azioni particolari.

Al pari dello schema “teoretico”, che si poneva sul *limite* tra la spontaneità del *soggetto* e il molteplice contenuto nell'*oggetto*, anche il libero arbitrio si pone sul limite tra la spontaneità, che è il carattere più proprio dell'essenza della libertà del soggetto, e la messa in atto, mediante l'applicazione della massima, delle azioni particolari. Inoltre, entrambi – lo schema “teoretico” (la determinazione trascendentale del tempo) e quello “pratico” (il libero arbitrio) – condividono la caratteristica di possedere un duplice volto, rivolti come sono all'aspetto al tempo stesso noumenico e fenomenico della percezione e del mondo pratico rispettivamente. Infine, tanto lo schema teoretico, quanto quello pratico ora considerato, mirano all'universale come al loro supremo principio unificatore. Come, infatti, scopo dell'attività conoscitiva del soggetto è pervenire alla costituzione di un'esperienza integrata e unitaria, così scopo dell'arbitrio è elevare la massima all'universalità della legge. Si potrebbe anzi dire che il segno distintivo della *libertà* dell'arbitrio umano, in quanto si differenzia dall'arbitrio *brutum* proprio degli animali, è proprio la capacità di *universalizzare* il principio dell'azione, rendendola tale da poter essere condivisa dalla *totalità* degli uomini.

La *forma* dell'universale è in atto sin dal primo proporsi dell'intenzione, che regge l'azione non come risultato di processi inconsci (precedenti rispetto alla consapevolezza dell'ultima intenzione di agire, ma comunque *posteriori* al primo proposito di agire), bensì in quanto loro principio e condizione stessa di possibilità. Nell'uomo, infatti, è presente una “capacità di universalizzare, una specifica sensibilità verso l'unificazione in un'unica totalità che precede ogni datità e condiziona la possibilità di accogliere ciò che viene

percepito”²⁹⁰, le quali sono il segno della specificità stessa dell’umano in quanto distinto dagli altri enti razionali. Ciò confermerebbe l’ipotesi da noi proposta, che vede nell’arbitrio umano lo “schema” pratico corrispondente allo schema teoretico quale determinazione trascendentale del tempo.

Abbiamo visto come, temporalizzandosi nell’azione, la massima o, meglio, la facoltà dell’arbitrio umano, si mostra nella sua funzione *mediatrice* tra la legge e le azioni particolari che si dispiegano nello spazio e nel tempo fenomenici. Non solo. La cosa più importante, che rende ragione dell’enorme potere costituente della soggettività sia in ambito teoretico sia nel mondo pratico è la capacità, propria tanto dello “schema trascendentale”, quanto dell’arbitrio come “schema pratico”, di connettere e unificare la molteplicità (rispettivamente, dei fenomeni e delle azioni) in un’unica esperienza coerente e unitaria. Tale esperienza, teoreticamente afferente all’Io penso, è praticamente definita dal comportamento globale, guidato dalla predisposizione dell’arbitrio ad adeguarsi alla legge.

Come per l’ambito conoscitivo, dunque, sembra che anche in sede pratica l’apparente contraddizione tra tempo percepito e tempo misurato (entrambi *fenomenici*, l’uno oggettivato nel senso interno, l’altro osservato “in terza persona”), rimandi a un’attività temporalizzatrice originaria, *noumenica*, da parte della soggettività: in ultima analisi, la serie causale che conduce all’azione è dunque iniziata dal (e non *nel*) soggetto noumenico in quanto causa assoluta e *atemporale* delle azioni che si dispiegano *nel tempo* dei fenomeni.

²⁹⁰ Chiereghin (2004), p. 125.

CAPITOLO III.

Distorsioni temporali e costituzione dell'esperienza pratica

1. Premessa: intenzione, azione e consapevolezza dell'azione

Dal punto di vista strutturale, l'azione si manifesta come un intreccio di processi che includono essenzialmente la formulazione di un'intenzione, l'esecuzione di un movimento e, infine, l'elaborazione di un *feedback* che include gli effetti dell'azione. Ciascun processo è distribuito nel tempo in modo variabile e dipendente da numerosi fattori contestuali e più o meno circostanziali. In particolare, l'esecuzione del movimento viene elaborata in diverse fasi del processo decisionale, quali la preparazione al movimento, la specificazione dei comandi motori connessi all'atto da eseguire, nonché il continuo monitoraggio dell'informazione derivante dagli *input* sensomotori.

L'importanza di tale monitoraggio consiste nel rendersi certi che gli effetti dell'azione in corso corrispondano alle effettive intenzioni.

Per produrre un'esperienza coerente dell'azione, il sistema nervoso centrale deve abilitare il collegamento tra tutti questi processi dell'elaborazione senso-motoria. La complessità di passaggi che un atto motorio deve attraversare per accedere al livello della coscienza soggettiva ha generato numerose questioni e, alla luce dei risultati sperimentali, ha indotto a riformulare la nozione stessa di *tempo dell'azione*. Lungi dal configurarsi ordinatamente in un processo di concatenazione lineare di eventi, i processi sensomotori connessi all'esecuzione degli atti volontari hanno rivelato una molteplicità di aspetti, tale da consolidare, presso gli stessi neuroscienziati, la certezza che le problematiche connesse alla comprensione dell'azione umana siano foriere di scoperte inedite e di interrogativi sempre rinnovati.

In ambito neuroscientifico, definire un atto come “volontario” implica di necessità comprendere la relazione tra, da un lato, la volontà esperita coscientemente dal soggetto, e, dall'altro, la corrispondente attivazione fisica dei neuroni, indagabile col metodo scientifico. Mentre l'attività neurale può essere indagata dall'esterno attraverso molteplici strumenti di osservazione, i cui risultati possono essere comunicati a terzi, nel caso dell'esperienza soggettiva la situazione si complica, poiché essa “è accessibile direttamente solo all'individuo che ha quell'esperienza. Di conseguenza, l'unica prova valida per un osservatore esterno può derivare solo da un resoconto introspettivo del soggetto stesso sulla sua esperienza”²⁹¹.

Del resto, che il processo volitivo non sia, se così si può dire, un “pacchetto di istruzioni” del tutto prevedibile, scritto dall'intenzione,

²⁹¹ Libet (2007), p. 12. Nel dibattito contemporaneo, il criterio di discriminazione tra azioni volontarie e involontarie fa riferimento alla distinzione tra “motivo” e “causa”. Si ritiene che la caratteristica peculiare delle azioni volontarie consista nell'essere *motivate* e non *causate*. Solo così determinate esse sono vere e proprie *azioni* (volontarie) e non meri *eventi*. Ogni azione è anche un evento, ma non viceversa. In breve, la differenza tra una causa e un motivo sta nel fatto “che *una causa non ha nessun bisogno dell'avallo implicito o esplicito di un agente per fare il suo effetto*”: De Monticelli (2010), p. 121. La tesi “ontologica” sulle decisioni afferma che “una decisione è l'*atto* che trasforma un motivo possibile in un motivo *efficace* d'azione” – ivi, p. 150, ossia ciò che conferisce efficacia causale ad un motivo. Tuttavia, il nesso tra il potere causale dell'agente e l'attivazione neurale finalizzata all'esecuzione dell'atto, risulta con ciò soltanto *definito* ma non *spiegato*.

registrato accuratamente dai comandi motori, e interpretato dai processi esecutivi, lo testimonia non solo l'osservazione sperimentale, ma la nostra stessa esperienza: non solo l'esperienza "esterna", mediata dal sistema visivo, relativa a ciò che cogliamo sensibilmente nel mondo in riferimento all'agire; ma anche il legame che tale esperienza intrattiene con la propriocezione (la percezione interiore degli stati del proprio corpo) e con l'evento "mentale" della volontà cosciente.

A partire dagli anni '80 del secolo scorso, la ricerca neuroscientifica si è particolarmente concentrata sull'indagine intorno alla relazione tra l'intenzione, l'azione e gli eventi sensoriali che ne conseguono. Normalmente, l'associazione coerente di tutti questi fattori è un'operazione spontanea e inconscia, che compiamo costantemente nel corso dell'esperienza ordinaria. Tuttavia, spesso al di fuori della nostra consapevolezza esplicita, la congruenza tra azioni ed effetti sensoriali non è poi così lineare come appare. Quando, ad esempio, un effetto sensoriale si presenta con *troppo* ritardo rispetto al tempo di esecuzione dell'atto motorio inteso a generarlo, allora la consapevolezza soggettiva si piega al dubbio se sia stata davvero l'azione propria a generare l'evento, o se questo non sia stato invece causato da qualcos'altro. Nella letteratura scientifica si parla in questi casi di *mismatch*, di associazione "sbagliata" tra gli effetti attesi e quelli realizzati in un atto motorio.

Molti dei progetti fioriti intorno all'ambito di studi avviati dalle scoperte di Libet hanno inteso indagare la relazione tra tempi "mentali" e tempi "neurali", dischiudendo scenari prima insospettati sulla costituzione temporale dell'intenzione e dell'azione. Il filone di ricerche focalizzatosi su questa "discrepanza", nel giudizio consapevole dell'agente, tra i tempi dell'azione e quelli delle sue conseguenze sensoriali, giocano generalmente sulla manipolazione della distanza temporale tra i due eventi, in modo da non farla corrispondere alle aspettative dei soggetti. Questa corrente di indagini comprende anche gli studi che hanno inteso correlare il tempo percepito soggettivamente per le azioni e le intenzioni con il tempo misurato sperimentalmente, mettendo in luce ancora una volta la rilevanza cruciale del fattore *temporale* nella costituzione dell'esperienza cosciente.

L'esperienza pratica scaturisce da un intreccio straordinariamente complesso di processi, correlati non solo agli eventi mentali che si suppone la causino, ma anche alle conseguenze dell'azione intenzionale.

Sebbene sia in parte generata prima dell'invio dei comandi motori da parte della corteccia cerebrale, la consapevolezza dell'azione prende forma attraverso l'integrazione di rappresentazioni che vengono elaborate a diversi stadi del processo volitivo, incluse quelle posteriori all'atto motorio stesso²⁹².

²⁹² Per quanto riguarda la misurazione sperimentale, uno dei metodi più utilizzati è l'elettroencefalografia (EEG), che consente di monitorare l'attività del cervello dal punto di vista elettrofisiologico, misurando le fluttuazioni di voltaggio nei neuroni. In contesti clinici, l'EEG è usato per registrare l'attività elettrica spontanea del cervello in un dato intervallo di tempo; le applicazioni diagnostiche si concentrano invece sul cosiddetto "contenuto spettrale" dell'EEG, vale a dire sul tipo di oscillazioni neurali (le meglio note "onde cerebrali") che sorgono dall'attività distribuita di diverse aree. I potenziali evocati (EP), che abbiamo incontrato negli esperimenti di Libet, sono derivati della tecnica dell'EEG, e si ottengono dal calcolo della media delle risposte elettroencefalografiche in tempi circoscritti entro più complessi processi di elaborazione sensoriale. Gli ambiti in cui si fa più largo uso degli EP sono quelli della psicologia, delle scienze cognitive e della psicofisiologia. L'utilizzo dell'EEG permette anche di localizzare le regioni in cui avviene l'insorgenza dell'RP (il *readiness potential*) nella corteccia motoria e nell'area motoria supplementare (SMA), considerate come i correlati neurali dell'esecuzione degli atti volontari. Oltre a generare diverse sensazioni, la stimolazione artificiale della SMA può produrre nei soggetti non solo il desiderio o l'impulso (*urge*) di eseguire un movimento, ma anche la sensazione che un movimento sta per verificarsi. Il limite principale delle misurazioni tramite EEG consiste nella scarsa precisione spaziale dei dati che fornisce, precisione che viene recuperata attraverso l'uso della risonanza magnetica funzionale o fMRI. La fMRI, diffusasi nelle ricerche sugli atti volontari soprattutto dopo i risultati di Lau e colleghi (2004), comporta vantaggi e svantaggi grosso modo inversi a quelli dell'EEG: pur possedendo una precisione *spaziale* superiore all'EEG, essa è assai limitata nel rilevare le variazioni di attività neurale dal punto di vista *temporale*. Una terza tecnica, più invasiva delle precedenti, consiste nella registrazione dell'attività di singoli neuroni all'interno dei circuiti corticali. Alcune scoperte intorno alle aree coinvolte nella produzione di atti volontari sono state possibili grazie all'operazione, legittima solo nel caso di pazienti epilettici intrattabili farmacologicamente, consistente nell'impianto di elettrodi nella corteccia, allo scopo di registrarne l'attività in modo diretto e "dall'interno". Pur sollevando questioni di tipo etico non certo secondarie, questa tecnica ha ciononostante avuto enormi vantaggi per la ricerca scientifica, in quanto consente di osservare il comportamento di singoli neuroni in soggetti umani vigili e normalmente operanti. Inoltre, la registrazione di singoli neuroni ha permesso di fornire dettagli ulteriori rispetto a quelli ottenuti nelle ricerche precedenti, focalizzate perlopiù sull'attività di intere popolazioni neurali. D'altro canto, va riconosciuto che tali dettagli comportano talora la perdita della dimensione globale, essenziale in particolar

2. L'indagine empirica contemporanea intorno agli atti volontari coscienti

2.1. Circuiti cerebrali soggiacenti agli atti volontari

Nel cervello umano vi sono diverse aree cerebrali coinvolte nell'esecuzione di un'azione volontaria. Tali circuiti convergono nella corteccia motoria primaria (M1), che esegue i comandi motori trasmettendoli alla spina dorsale e ai muscoli, e che è considerata come un "percorso finale comune" per i processi che sottendono l'azione volontaria. Gli *input* sensomotori raggiungono la M1 dalla pre-SMA, la quale riceve segnali dai gangli basali e dalla corteccia prefrontale. M1 riceve a sua volta due ampie classi di *input*, legati rispettivamente all'azione volontaria e all'azione animata da stimoli.

Come abbiamo accennato, i due tipi di azione si distinguono sotto diversi aspetti. Dal punto di vista neurale, mentre l'azione volontaria coinvolge la corteccia cerebrale, l'azione riflessa interessa meramente la spina dorsale. Dal punto di vista evolutivo individuale, la volizione matura tardi nello sviluppo, mentre i riflessi sono presenti sin dalla nascita o anche prima. Dal punto di vista esperienziale, infine, l'azione volontaria coinvolge due elementi assenti nel riflesso: l'esperienza dell'intenzione (come pianificare di fare qualcosa o meno) e l'esperienza vera e propria dell'agire (*agency*), legata alla consapevolezza delle conseguenze dell'azione. Naturalmente, ci sono diversi stadi intermediari tra azione volontaria e riflesso: ne sono un esempio i diversi stadi dei riflessi condizionati (come fermarsi al rosso, rispondere al telefono, ecc.).

Dal punto di vista concettuale, si può dire che il riflesso è o il "risultato di una dissociazione patologica", che il vivente esprime nelle condizioni artificiali del laboratorio, oppure una forma di organizzazione superiore, un "lusso" che compare filogeneticamente molto tardi e che solo una "illusione antropomorfa" ci spinge a considerare come costitutivo del comportamento animale. Ciò non significa che il riflesso debba essere considerato una mera astrazione: "il riflesso esiste; rappresenta un caso particolarissimo di comportamento, osservabile in condizioni determinate. Ma [...] *non è per mezzo del riflesso che si può arrivare a capire tutto il resto.* Non è possibile considerare come

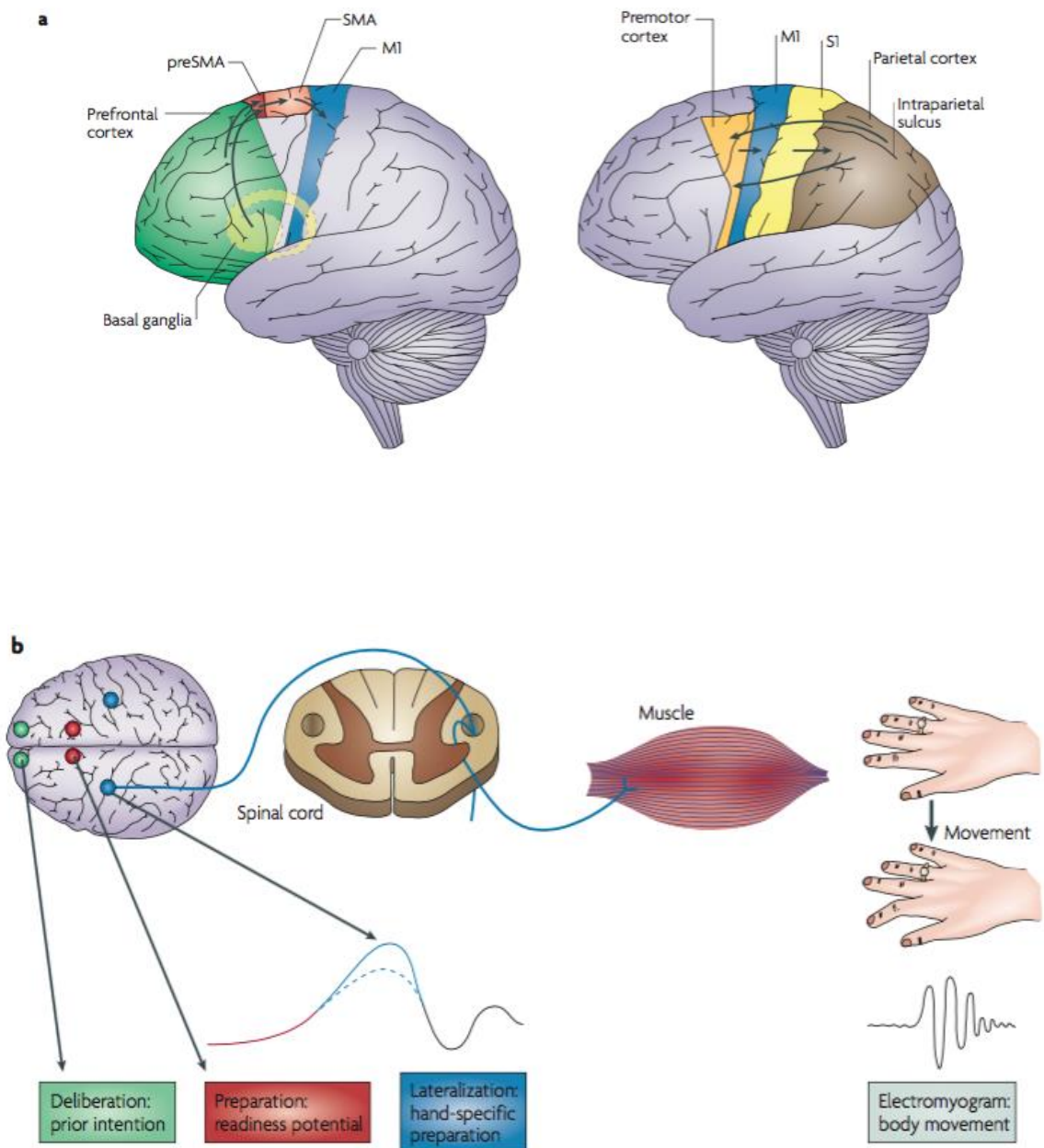
modo quando si tratta di indagare i fenomeni cerebrali legati alla consapevolezza.

una *realtà biologica* ogni reazione ottenuta in laboratorio interrogando un organismo malato, o in condizioni artificiali. La biologia ha per scopo di comprendere ciò che fa esser tale un essere vivente, che non è la sovrapposizione di riflessi elementari o l'intervento di una "forza vitale" (come afferma il postulato realista comune al meccanicismo e al vitalismo), ma una struttura indecomponibile dei comportamenti. Solo attraverso le reazioni ordinate ci è possibile comprendere, come forme di degradazione, le reazioni automatiche. Come l'anatomia rimanda alla fisiologia, la fisiologia rimanda alla biologia"²⁹³.

Come mostrano le figure seguenti²⁹⁴, il ruolo della corteccia motoria associativa è la pianificazione e l'iniziazione del movimento; l'area motoria supplementare gioca un ruolo essenziale nelle sequenze comportamentali, mentre l'area motoria presupplementare è coinvolta nei movimenti spontanei; infine, la corteccia premotoria è attiva nell'apprendimento e nell'esecuzione di movimenti complessi guidati dall'informazione sensoriale.

²⁹³ Merleau-Ponty (1963), p. 54.

²⁹⁴ La figura descrive i circuiti cerebrali coinvolti nell'azione volontaria. A. La corteccia motoria primaria (M1) riceve due vaste classi di *input*. Un *input* chiave (pannello sinistro) raggiunge M1 dall'area motoria supplementare (SMA) e dall'area motoria pre-supplementare (preSMA), che a sua volta riceve *input* dai gangli della base e dalla corteccia prefrontale. In un secondo circuito corticale (pannello di destra), l'informazione proveniente dalle prime cortecce sensoriali (S1) viene inoltrata a rappresentazioni di livello intermedio nella corteccia parietale, e da lì alla parte laterale della corteccia premotoria, che proietta a sua volta a M1. Questo circuito parietale-premotorio controlla azioni orientate ad oggetti, come l'afferrare, utilizzando l'*input* sensoriale attuale, ma contribuisce anche ad alcuni aspetti del comportamento volontario. L'immagine B presenta l'attività cerebrale che precede un'azione volontaria della mano destra. La corteccia frontopolare (in verde) costituisce e delibera intenzioni e programmi a lungo termine. L'area motoria pre-supplementare (in rosso) inizia la preparazione dell'azione; insieme ad altre aree premotorie, essa genera i potenziali di preparazione (linea rossa) che possono essere registrati nel cuoio capelluto. M1 (in blu) si attiva immediatamente prima che l'azione si compia. Nelle successive fasi di preparazione l'emisfero controlaterale è più attivo che l'emisfero ipsilaterale; ciò si riflette in una differenza lateralizzata tra i potenziali di prontezza che sono registrati nei due emisferi del cervello (linee blu continue e punteggiate). Infine, i segnali neurali lasciano M1 e si inoltrano verso il midollo spinale e i muscoli della mano controlaterale. La contrazione dei muscoli è misurata come un segnale elettrico (l'elettromiogramma): cfr. Haggard (2008), p. 937.



In che modo l'esecuzione di un semplice atto motorio (come la flessione di un dito) è correlata all'attività neurale delle aree coinvolte nella generazione dell'atto? Inoltre, in che senso si dice che tale attività è "predittiva" rispetto alla consapevolezza soggettiva di voler eseguire il movimento? Analizzando l'attività neurale anche di un solo migliaio di

neuroni²⁹⁵, si può mostrare che oltre 1000 msec *prima della consapevolezza soggettiva della decisione o dell'impulso ad agire* vi è un progressivo reclutamento di neuroni che mutano i loro *pattern* di risposta in modo eccitatorio o inibitorio²⁹⁶.

Cosa significa tutto questo? Man mano che ci si avvicina al momento della decisione soggettiva, è possibile registrare sperimentalmente un progressivo aumento o una progressiva diminuzione del tasso di risposta dei neuroni localizzati in alcune aree connesse agli atti volontari (la SMA, la pre-SMA e la corteccia cingolata anteriore). Oltre ad osservare un'attività neurale preconsa che precede la consapevolezza dell'atto volitivo, 700 msec prima della consapevolezza dell'intenzione di agire è addirittura possibile *prevedere la decisione imminente di un soggetto* con un'accuratezza dell'80%, e ciò semplicemente interpretando le configurazioni di attività di una popolazione di soli 256 neuroni²⁹⁷!

In questo “semplice modello biofisico quantitativo per l'emergenza di comportamenti autogenerati (*self-initiated*) a partire dall'attività di piccole popolazioni di neuroni”²⁹⁸ – modello dotato di un'enorme precisione spaziale e temporale – l'esperienza della volizione *emerge* quando l'integrazione dei tassi di risposta di piccole popolazioni neurali nella corteccia frontale mediale supera una certa soglia minima, la quale corrisponde al momento in cui *culmina* l'attività premotoria nelle regioni cerebrali connesse all'esecuzione dell'atto.

L'intreccio ravvicinato tra la temporizzazione dell'intenzione cosciente e il *timing* dell'azione rende difficile il compito di discernere il ruolo che la corteccia mediale frontale gioca nei confronti dell'intenzione e dell'azione. In ogni caso, questi risultati hanno il merito di modificare il precedente bagaglio di conoscenze intorno alle regioni cerebrali coinvolte nella produzione degli atti motori volontari²⁹⁹,

²⁹⁵ Cfr. Fried *et al.* (2011).

²⁹⁶ Ivi, p. 2.

²⁹⁷ Nonostante la grande accuratezza dei metodi adoperati in questo tipo di esperimenti, sembra tuttavia che l'uso linguistico di concetti come “decisione” o “impulso” sia piuttosto lasciato in balia di una confusione che non permette di distinguerli né dal punto di vista teorico, né in prospettiva sperimentale. Potrebbe comunque darsi che, ai fini dell'esperimento, non ci sia una sostanziale differenza tra una decisione vera e propria e un impulso semi-cosciente ad agire.

²⁹⁸ Fried *et al.* (2011), p. 2.

²⁹⁹ L'area motoria supplementare (SMA) è stata tradizionalmente suddivisa nella

nonché di indurre ad un ripensamento del ruolo che la consapevolezza dell'intenzione di agire gioca nel processo volitivo. Se è così, l'idea che la volontà possa assimilarsi ad un'intenzione preliminare, collocata ai primissimi stadi della catena che conduce all'esecuzione di un'azione, sarebbe, perciò, palesemente sbagliata. Bisognerebbe piuttosto dire che il volere o la volontà marcano un'"intenzione nell'azione" connessa assai da vicino all'esecuzione dell'azione: così, "l'esperienza dell'intenzione cosciente potrebbe corrispondere al punto in cui il cervello trasforma un progetto preliminare (*prior plan*) in un atto motorio, mediante mutamenti nell'attività della SMA"³⁰⁰.

Un secondo fattore rilevante emerso in questi studi è la *progressiva diminuzione* del tasso di risposta delle cellule connesse all'atto volontario *appena prima* dell'istante della presa di consapevolezza della volontà di agire. Il ruolo di tale diminuzione in relazione al comportamento rimane tuttora oscuro³⁰¹, ma potrebbe essere coinvolto in quella che abbiamo visto essere la componente del "se" nel modello della volizione proposto da Brass e Haggard (2008). In particolare, la diminuzione dell'attività dei neuroni potrebbe avere la funzione di "trattenere" l'azione dal compiersi finché essa non divenga "adeguata" alla sua esecuzione, in virtù di un meccanismo di inibizione dell'attività neuronale, il quale sarebbe poi a sua volta gradualmente soppresso insieme all'azione.

pre-SMA, coinvolta nella pianificazione dei movimenti, e nella SMA, considerata una regione esecutiva, da cui partono gli assoni diretti alla spina dorsale. Inoltre, la pre-SMA è stata spesso associata tanto all'azione volontaria quanto all'*esperienza della volizione*. Fried e colleghi (2011), tuttavia, hanno trovato che il numero di neuroni attivi prima dell'inizio della consapevolezza è maggiore nella SMA che nella pre-SMA e che, viceversa, il numero di neuroni nella SMA attivi nel breve intervallo fra la consapevolezza e l'inizio del movimento sono relativamente pochi, fornendo così un'idea della relazione tra la pre-SMA e la SMA contraria al già noto. In generale, alla luce di questi ultimi risultati, sembra che queste due aree agiscano come un sistema globalmente interconnesso, in cui la pre-SMA si correla alla pianificazione degli atti motori, mentre la corteccia parietale monitorerebbe le procedure esecutive.

³⁰⁰ Haggard (2011), p. 405.

³⁰¹ Tale diminuzione potrebbe riflettere un semplice effetto computazionale fra diverse configurazioni di attività o, in modo più suggestivo, potrebbe invece indicare l'esistenza di una *componente inibitoria intrinseca della volizione*, tesi avvalorata dall'evidenza per cui sussiste un legame intrinseco fra la soppressione dei segnali connessi all'azione e l'avvio di quest'ultima.

La componente del “se” sarebbe dunque implementata in un meccanismo di competizione tra l’incremento e la diminuzione dell’attività inibitoria dei neuroni della corteccia mediale frontale, competizione che sfocerebbe infine nella risoluzione ad agire o di trattenersi dal farlo. Come abbiamo accennato, questa componente trova il suo primo antenato nella funzione libetiana del “veto cosciente”, quale forma di causazione mente-cervello in cui la “volontà” soggettiva (priva di correlati neurali) potrebbe intervenire bloccando l’azione imminente. In ultima analisi, le tre componenti dell’atto volitivo (quella del “se”, del “quando” e del “che cosa”) potrebbero essere correlate ad altrettante aree distinte del sistema nervoso³⁰².

2.2. Difficoltà dell’indagine empirica sugli atti volontari

La concettualità neuroscientifica muove dall’assunzione che la volizione “consista in una serie di decisioni relative a se agire [o meno],

³⁰² Tutto questo lascia naturalmente aperte diverse questioni. Innanzitutto, è possibile che, oltre a quelle considerate nell’esperimento, vi siano *altre aree corticali* possibilmente *coinvolte nella produzione degli atti volontari*: qui, la registrazione dell’attività neurale riguarda infatti solo le aree di interesse clinico, il che non esclude che i *primi* eventi neurali si verifichino in qualche regione della corteccia cerebrale diversa dalla SMA. Questa preoccupazione, riscontrabile in diversi luoghi della letteratura sul *timing* dei processi neurali coinvolti negli atti volontari, è certo un indice positivo di consapevolezza, da parte degli sperimentatori, dei limiti della propria ricerca. Si può tuttavia notare come questo tipo di preoccupazione riguardi quasi sempre le circostanze meramente *spaziali* della registrazione dell’attività neurale, e lasci invece spesso indiscussa la circoscrizione della *finestra temporale* entro cui tale attività ha luogo. Una seconda questione riguarda l’attività dei neuroni suddetti *in assenza di atti volontari*. Se l’attività della corteccia mediale frontale è indubbiamente una componente *necessaria* per la produzione di atti volontari, non solo non si può dire con altrettanta certezza se essa sia anche una condizione *sufficiente* per l’azione, ma andrebbe anche chiarificata la sua funzione in assenza di atti motori. La pre-SMA, infatti, potrebbe essere coinvolta nei compiti più svariati, la cui esecuzione potrebbe essere tuttavia ostacolata prima che essa dia luogo ad atti volontari, e ciò per qualche ragione ignota. Ad esempio, potrebbe darsi che qui vengano mimati, ma non eseguiti gli atti che sono visti compiuti da altri, come gli stessi Rizzolatti e Sinigaglia (2006) hanno dimostrato. Allo stesso modo, il fatto che l’informazione ottenuta dall’attività di alcune popolazioni di neuroni nel lobo frontale mediale sia sufficiente per prevedere l’inizio del processo di volizione diverse centinaia di msec prima che il soggetto ne prenda consapevolezza non significa che l’emergenza del processo volitivo sia *causalmente* correlato ai mutamenti neurali registrati.

a quale azione compiere e a quando compierla”³⁰³. Se gli psicologi comportamentali hanno generalmente trascurato il tema dell’azione volontaria, riguardandola come poco scientifica, è principalmente per via del fatto che i meccanismi connessi all’azione sono rimasti a lungo oscuri. Quali sono i fattori che ostacolano lo studio scientifico dei processi volitivi?

Anzitutto, è arduo indentificare con precisione ciò che rende tale un’azione volontaria³⁰⁴. Essa sembra occupare uno degli estremi di un *continuum*, che trova nell’altro estremo i semplici riflessi. Cosa distingue la natura propria di un atto motorio volontario da quella di un’azione animata da stimoli? Vedremo a breve nel dettaglio come si declini questa differenza. Per ora, basti dire che la seconda è un tipo di risposta motoria immediata, direttamente legata all’*input* sensoriale, mentre invece l’occorrenza, il *timing* e la forma di un’azione volontaria non sono determinate (perlomeno non in modo diretto o immediato) da alcuno stimolo esterno identificabile. Si tratta dunque di una sorta di “libertà dall’immediatezza”³⁰⁵ – espressione di chiare assonanze hegeliane, che rende molto bene il significato dell’azione volontaria come contrapposta agli atti che non conseguono da una volontà libera. Poiché, come è noto, la maggior parte degli studi neuroscientifici si serve della presentazione di stimoli ad un certo sistema, per poi osservarne la risposta, è proprio l’indipendenza dagli stimoli sensoriali che rende un atto volontario difficilmente indagabile sperimentalmente³⁰⁶.

³⁰³ Haggard (2008), p. 934.

³⁰⁴ Nel linguaggio ordinario, secondo Haggard, vige un dualismo intrinseco intorno alla causazione endogena, che risulta evidente quando diciamo, ad esempio, che sono “io” che “compio” un’azione. Qui, infatti, dire “io” significa riferirsi a un’entità distinta tanto dalla mente quanto dal corpo, ma che può cionondimeno agire su ciascuna in modo distinto, generando rispettivamente eventi mentali ed atti motori.

³⁰⁵ Cfr. Shadlen & Gold (2004).

³⁰⁶ Recenti ricerche, tuttavia, hanno evidenziato che nuove aree del sistema nervoso, incluse la pre-SMA, la corteccia anteriore prefrontale e la corteccia parietale, sembrano correlate direttamente all’esecuzione di un’azione volontaria. Queste aree non solo generano informazioni riguardanti gli atti futuri, ma sono anche legate al controllo motorio e all’emergere della consapevolezza dell’intenzione di agire.

2.3. Decisioni sull'azione e decisioni percettive

Nei paragrafi precedenti, abbiamo visto come la relazione tra l'esperienza di eseguire un'azione volontaria e i processi neurali che la sottendono sia al centro delle neuroscienze della volizione. Il *timing* dell'intenzione cosciente è stato studiato per fare luce sul rapporto causale tra pensiero cosciente, attività cerebrale e movimento volontario. Come abbiamo accennato, l'esperienza di eseguire un'azione volontaria è diversa da quella di agire sulla base della risposta a stimoli. Detta *à la* Wittgenstein, cosa rimane se sottraggo il fatto che il mio braccio si solleva dal fatto che *io* sollevo il mio braccio?

Alla base dell'esperienza di avere un "libero volere" sta il fatto che l'intenzione di compiere un'azione volontaria sembra causare l'azione volontaria stessa. Ma cosa accadrebbe se intenzione ed azione fossero entrambe risultati dell'attività neurale? I potenziali di preparazione all'azione volontaria sembrano in effetti correlarsi ad entrambe. Inoltre, vi sono evidenze che le conseguenze dell'azione costituiscono *a posteriori* la coscienza dell'intenzione di agire, il che emerge in modo particolarmente evidente quando l'azione dà luogo a conseguenze inaspettate. Tuttavia, il fatto che, stimolando la pre-SMA, i soggetti riferiscano un "impulso" (*urge*) di muovere una parte specifica del corpo³⁰⁷ sembra colpire al cuore la teoria retrospettiva dell'azione; in questi casi, infatti, vi è attivazione neurale legata alla volizione nonostante l'azione non sia ancora avvenuta.

Oltre che dall'intenzione, l'azione volontaria è costituita dall'esperienza di agire (*agency*), ossia dell'esperienza delle proprie azioni come causa di eventi che si verificano nel mondo. L'azione volontaria è connessa non solo con l'esperienza cosciente dei suoi risultati immediati (sui quali gli studi neuroscientifici si focalizzano più spesso), ma anche con le sue conseguenze a lungo termine. L'agire coinvolge sempre l'esperienza delle conseguenze dell'azione, mentre l'intenzione è maggiormente connessa alla preparazione al movimento.

L'azione volontaria è spesso descritta come una forma del prendere decisioni (*decision-making*), che scaturisce da specifici circuiti neurali. Se il cervello percettivo deve elaborare solo l'informazione già presente nello stimolo appreso³⁰⁸, il cervello motorio deve invece

³⁰⁷ Cfr. Fried *et al.* (1991).

³⁰⁸ Cfr. Heekeren *et al.* (2008).

generare nuova informazione per poter “prendere decisioni” sull’azione. Mentre la percezione implica la traduzione di complesse informazioni sensoriali in descrizioni semplici, le “decisioni sull’azione”³⁰⁹ lasciano aperte molteplici soluzioni. È dunque *l’apertura al possibile* che caratterizza la decisione sull’azione come idonea ad acquisire le sembianze della libertà, che nel mondo pratico esperiamo come il fondamento del nostro stesso agire.

La figura seguente³¹⁰ mostra l’intersezione gerarchica, dispiegata *nel tempo*, di tre tipi di decisione: le decisioni iniziali su “se” agire, le decisioni intermedie su “che cosa” fare e, infine, le decisioni finali su “quando” mettere in atto l’azione.

³⁰⁹ Si dice a volte che, a differenza delle “decisioni percettive”, le “decisioni sull’azione” sono mal poste (*ill-posed*), e ciò proprio per la loro apertura al possibile: cfr. Haggard (2008).

³¹⁰ Cfr. *ivi*, p. 938.

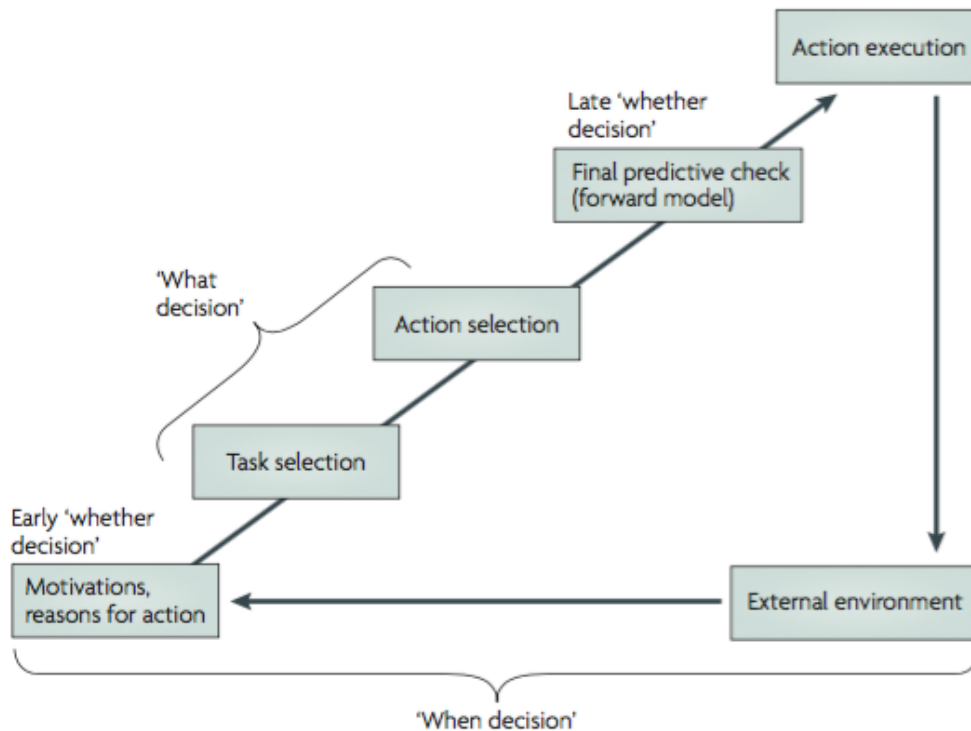


Figure 2 | **A naturalized model of human volition.** Volition is modelled as a set of decision processes that each specify details of an action. The decision whether to perform an action ('whether-decision') has both an early and a motivational component and a final predictive check. 'What decisions' specify which goal or task (from a range of tasks) to perform ('task selection') and the means by which to perform it ('action selection'). The timing of voluntary actions often depends on the combination of environmental circumstances and internal motivations: an explicit 'when decision' is not always necessary.

2.4. Decisioni sul “se” primarie, decisioni sul “che cosa” e decisioni sul “quando”

L'azione volontaria inizia con una decisione su “se” intraprendere un'azione o meno. Essa può sorgere da tre ragioni distinte: non solo l'elaborazione ordinaria degli stimoli può fallire nel generare informazione sufficiente per organizzare una risposta efficace (ad esempio, il soggetto può trovarsi di fronte a due alternative differenti), ma una nuova ragione per l'agire può emergere all'improvviso dalle circostanze; infine, può darsi il caso che, di tanto in tanto, si dia un'azione volontaria occasionale, mirata all'esplorazione più approfondita dell'ambiente. Nel modello del “controllo cognitivo”³¹¹, si

³¹¹ Cfr. Shallice (1988).

ritiene che un'azione volontaria emergente da qualsiasi ragione tra quelle elencate sopra rompa la *routine* delle risposte automatiche agli stimoli esterni e sposti il controllo dal sistema motorio dall'*input* sensoriale a quello volitivo. Un esempio sperimentale di questo corollario è che i tempi di reazione per un semplice movimento effettuato in risposta ad uno stimolo sono maggiori quando la risposta avviene nel corso della preparazione volontaria al movimento rispetto a quando non vi è alcuna preparazione motoria³¹².

Anche le decisioni sul “che cosa” possono prendere molteplici forme: non basta infatti selezionare tra diversi fini (o compiti), ma occorre anche selezionare tra i possibili movimenti per raggiungerli. L'azione volontaria è generalmente costituita da una serie di atti parziali mirati a perseguire un fine prestabilito³¹³, e la scelta tra diversi compiti motori coinvolge l'attività della corteccia frontale. La pre-SMA ha la funzione di sopprimere le risposte automatiche a stimoli ambientali, consentendo al soggetto di decidersi tra diversi corsi d'azione³¹⁴: il lobo frontale in generale, e la pre-SMA in particolare, giocano un ruolo cruciale nel mantenere la volizione focalizzata e aderente al compito da effettuare nelle circostanze in cui intenzione ed azione giocano di comune concerto. Una seconda forma di decisioni sul “cosa” implica la scelta tra azioni alternative per raggiungere un certo scopo. Questo tipo di scelta è chiaramente, dal punto di vista gerarchico, secondaria alla decisione sugli scopi. Nel cervello, un tale atto decisionale è sostenuto dall'attività di aree parietali e premotorie nella via dorsale visuomotoria³¹⁵.

Le decisioni sul “che cosa” generano informazioni che attivano certi *output* motori, i cui dettagli (il “come” e il “quando” dell'atto finale) sono tuttavia spesso imprevedibili al momento in cui la decisione iniziale viene messa in forma. Inoltre, diverse aree cerebrali generano

³¹² Cfr. Obhi & Haggard (2004).

³¹³ Quest'ultimo aspetto, in effetti, sembra essere stato generalmente ignorato nella letteratura neuroscientifica, in cui normalmente il compito da eseguire è uno soltanto.

³¹⁴ Cfr. Nachev *et al.* (2007).

³¹⁵ H. Cui & Andersen (2007) hanno mostrato che nella corteccia parietale dei primati vi sono neuroni la cui attività specifica il modo in cui un fine viene raggiunto: in particolare, alcuni neuroni in quest'area si attivano prima del segnale “vai!” (“*go!*” *signal*), che consente di prevedere se l'animale raggiungerà o meno lo scopo in un compito dato.

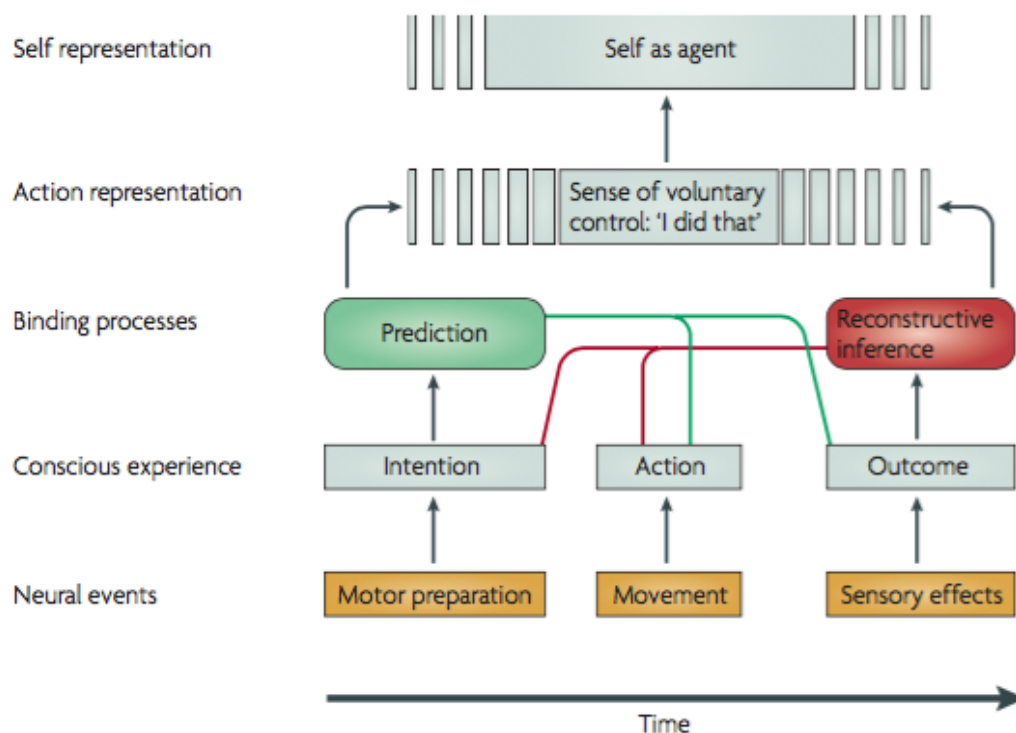
indipendentemente diverse informazioni sull'azione imminente, cosicché la sintesi globale degli aspetti di quest'ultima diviene accessibile solo molto tardi. Quando l'informazione sull'atto finale è stata dettagliatamente specificata, allora può essere messo in atto un "controllo finale" prima che il sistema motorio si attivi e i cancelli dell'esecuzione dell'azione si aprano.

La cosa importante è che questo controllo finale potrebbe essere attuato non solo per *correggere* l'azione, ma anche per porvi un "veto". Questa seconda forma di decisione potrebbe essere detta una "tarda decisione sul se"³¹⁶, che determina se l'azione andrà o meno a compimento. È quasi pleonastico ricordare, ancora una volta, come la concezione libetiana del veto cosciente si fondasse proprio sulla capacità di bloccare l'azione o di lasciarla essere, e come gli scienziati che parlano di "veto" si riferiscano sostanzialmente alla concezione libetiana di tale funzione ipotetica. Quando decidiamo di compiere un semplice movimento (come la pressione di un pulsante) in un istante a nostro piacimento, ma ci tratteniamo "all'ultimo momento", si attiva una particolare area della corteccia anteriore frontomediale, che potrebbe essere proprio il correlato della "tarda decisione sul se", la quale giocherebbe dunque un ruolo cruciale anche nel controllo di sé³¹⁷.

Gli studi che si sono focalizzati sull'azione volontaria hanno confermato che il momento in cui essa viene realizzata è prevedibile registrando l'attività preparatoria nella pre-SMA. Al di fuori del laboratorio, le decisioni sul "quando" dipendono tuttavia dalle circostanze e da motivazioni interne, più che da decisioni esplicite su *quando* agire. La decisione di agire "adesso" può essere così descritta come una variante dell'intreccio tra decisione sul "se" e sul "che cosa".

³¹⁶ Haggard (2008), p. 939.

³¹⁷ Cfr. Brass & Haggard (2007).



2.5. Processi cognitivi che sottendono l'esperienza degli atti volontari coscienti

Come mostra la figura in alto³¹⁸, i segnali neurali che contribuiscono all'esperienza di un'azione volontaria includono una preparazione avanzata dell'azione, un *feedback* somatosensoriale reafferente e, infine, informazioni sensoriali sugli effetti delle azioni (livello inferiore). Le esperienze separate, causate da questi segnali (secondo livello), sono *sintetizzate* per produrre l'impressione generale di un'azione come un *singolo evento*. Due processi cognitivi specifici contribuiscono a questa sintesi (terzo livello).

In primo luogo, le intenzioni prevedono gli effetti dell'azione e degli obiettivi a cui si riferiscono (linee verdi). In secondo luogo, le esperienze sensoriali dell'azione e dei suoi effetti innescano una ricostruzione dell'intenzione di agire (linee rosse). Questi processi legano insieme le varie componenti di esperienza per produrre una consapevolezza dell'azione nel suo complesso, *compresa nel tempo*

³¹⁸ Cfr. Haggard (2008), p. 941.

rispetto ai processi neurali sottostanti (quarto livello). Questo, a sua volta, produce una rappresentazione del “sé” come un agente che è in grado di esercitare un *controllo volontario continuo* (livello superiore).

3.1. Azione volontaria e consapevolezza dell’azione

In sede di conclusione del primo capitolo, abbiamo accennato a come la cronostasi non si verifichi solo in sede di elaborazione visiva o nel corso della percezione tattile o uditiva, ma anche in altri tipi di azione volontaria. Sebbene, in sede sperimentale, questa si riduca perlopiù a semplici atti, come il premere un pulsante³¹⁹, ciò ha avuto nondimeno conseguenze fondamentali relativamente alla riflessione neuroscientifica intorno alla volontarietà degli atti coscienti in generale.

Che rapporto è stabilito in sede neuroscientifica tra le rappresentazioni dell’intenzione e dell’azione? Per stabilirlo, occorre comparare il tempo percepito per le azioni volontarie col tempo percepito per i movimenti involontari indotti da stimolazione magnetica transcranica (TMS). Utilizzando questo metodo in condizioni variabili (ad esempio, quando il movimento è accompagnato da uno stimolo uditivo), si scoprirà che i tempi percepiti per l’atto motorio subiscono uno *spostamento in avanti o all’indietro nel tempo*³²⁰. Tale slittamento percettivo può declinarsi in diversi modi, a seconda che gli effetti sensoriali seguano un atto motorio intenzionato o che siano invece prodotti da un movimento indotto da stimolazione corticale: nel primo caso, si osserva un avvicinamento dei tempi percepiti tra le azioni e i loro effetti; nel secondo, si verifica uno slittamento in direzione esattamente inversa, vale a dire un allontanamento dei due eventi nel tempo.

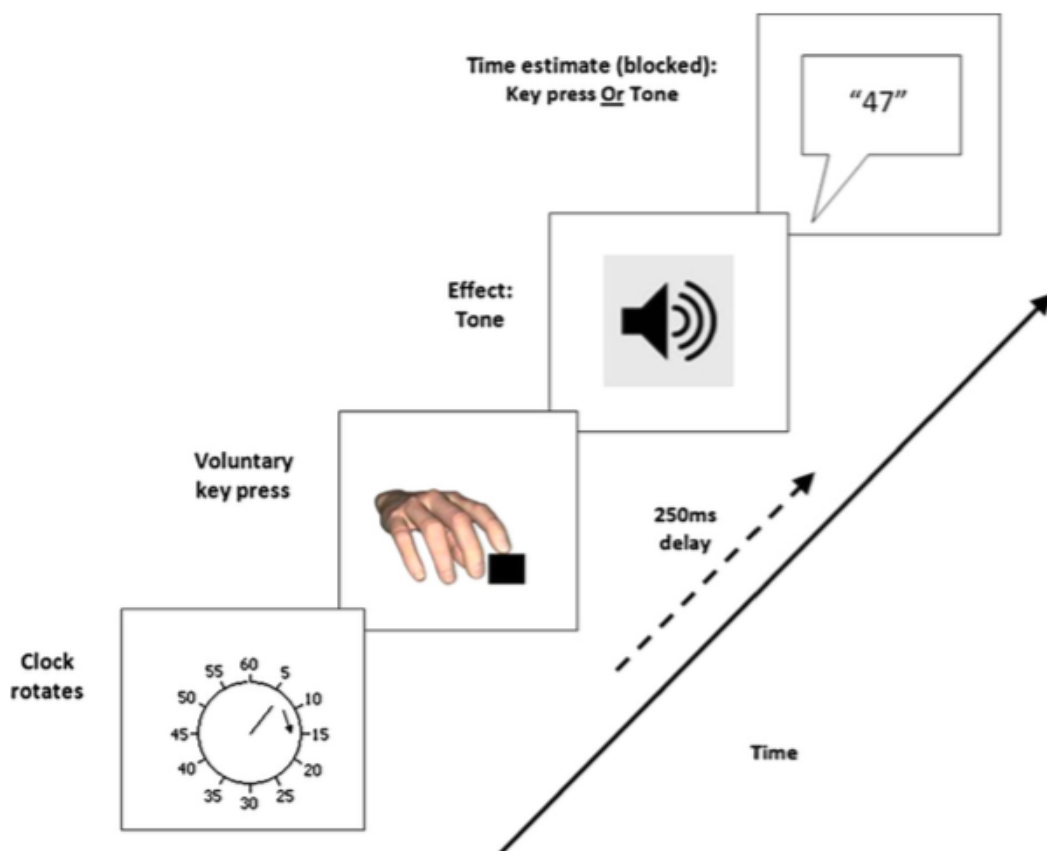
Poniamo di essere di fronte a un orologio e di dover stimare, con l’aiuto di un pulsante, il tempo d’insorgenza di quattro eventi: l’istante della decisione di agire in condizioni di libera scelta (*voluntary condition*); l’istante di una contrazione muscolare generata dalla stimolazione magnetica della corteccia (*TMS condition*); il tempo percepito per un *click* uditivo provocato da TMS applicata alla corteccia parietale, che non provoca alcuna attivazione motoria – e perciò detta “finta TMS” (*sham*

³¹⁹ Cfr. Park *et al.* (2003).

³²⁰ Cfr. Haggard *et al.* (2002).

TMS condition); e il tempo percepito per un suono (*auditory condition*). La temporizzazione di questi quattro eventi verrà indagata in due condizioni differenti. Nelle condizioni “base”, dovremo stimare ciascuno di questi eventi singolarmente considerato (*baseline condition*). Nelle condizioni “operative” (*operant conditions*), invece, l’azione volontaria, la TMS corticale motoria e la finta TMS saranno seguite dal suono, che verrà presentato con un ritardo di 250 msec.

La figura seguente³²¹ mostra la struttura del paradigma sperimentale classicamente utilizzato, in ambito neuroscientifico, negli studi sugli atti volontari coscienti in condizioni operative: al soggetto viene chiesto di eseguire un atto motorio in un istante a suo piacimento (*voluntary key press*) mentre fissa un orologio (*clock rotates*), in modo tale da poter riferire (*time estimate*) i tempi di percezione del movimento (o dell’intenzione) e della sua conseguenza sensoriale (*effect: tone*).

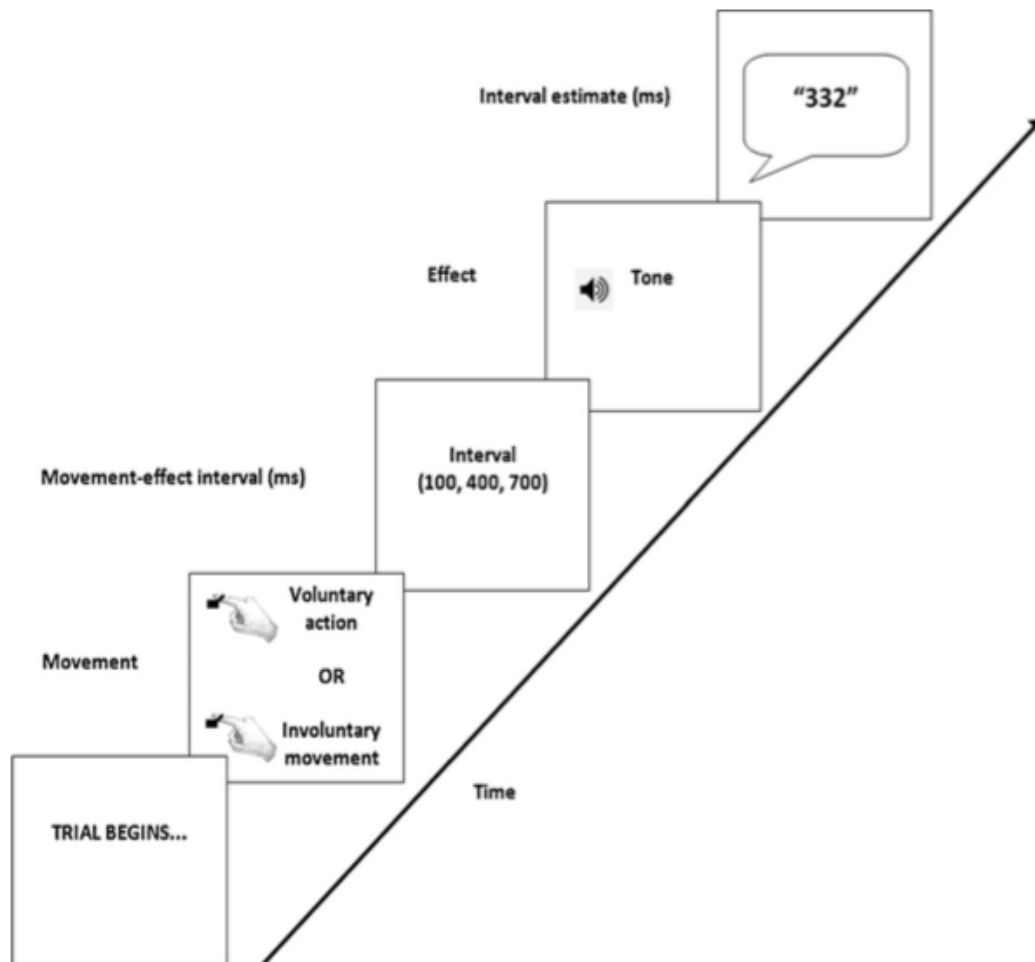


³²¹ Cfr. Moore & Fletcher (2012), p. 548.

Sin dalla sua impostazione, l'esperimento risulta costituito in modo tale da poter indagare i tempi percepiti per l'esperienza soggettiva tanto nel mondo percettivo (il segnale uditivo), quanto in ambito pratico (il movimento muscolare). Sebbene ciò non venga esplicitato nelle premesse metodologiche della ricerca, il principio su cui questa si regge mostra di fondarsi su una concezione del soggetto divisa tra due poli: l'uno percettivo, in cui il soggetto, nell'apparente passività con cui riceve i segnali in ingresso, è invece chiamato a localizzarli *attivamente* nel tempo; l'altro pratico, dove il soggetto esprime invece la propria capacità a generare *da sé* effetti sull'ambiente. In entrambi i casi, la consapevolezza soggettiva è messa alla prova sia introducendo, accanto agli atti volontari, i movimenti indotti da TMS, sia manipolando i tempi (e la comparsa stessa) del suono a seguito del movimento.

L'immagine seguente³²² si riferisce invece ad un paradigma libetiano modificato, in cui la durata tra l'atto motorio (*movement: voluntary action OR involuntary movement*) e le sue conseguenze sensoriali (*effect: tone*) è artificialmente manipolata dagli sperimentatori (*movement-effect interval: 100, 400, 700 ms*).

³²² Cfr. *ivi*, p. 550.

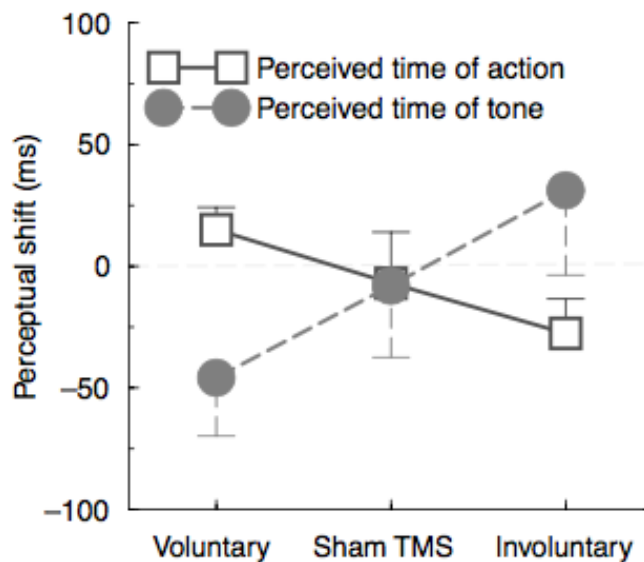


Nelle condizioni “base”, in cui ciascun evento deve essere valutato singolarmente, si troverà che la localizzazione della consapevolezza è accurata nell’azione volontaria, ritardata nel caso della contrazione muscolare involontaria indotta da TMS, mentre assumerà valori intermedi per le “finte TMS” e per gli stimoli uditivi presentati isolatamente. Nelle condizioni “operative” i risultati saranno differenti: in particolare, “la consapevolezza [*awareness*] dell’atto di premere volontariamente il pulsante [è] ritardata nel tempo, verso il suono conseguente, mentre la consapevolezza del suono [è] spostata indietro nel tempo, in direzione dell’azione”³²³.

Al contrario, la consapevolezza dei movimenti eseguiti involontariamente (perché generati da stimolazione magnetica transcranica) subirà uno spostamento nella direzione opposta,

³²³ Ivi, p. 383.

allontanandosi cioè dal suono, il quale a sua volta subirà uno *spostamento in avanti* nel tempo, come se fosse “scacciato via”, nella coscienza temporale, dall’inizio dell’azione involontaria. Infine, i risultati pertinenti alla “finta TMS” non mostreranno spostamenti particolarmente consistenti, forse perché, in presenza di eventi irrelati, o connessi in modo meramente arbitrario, non viene generato alcun effetto di “attrazione temporale” nella coscienza. Questi risultati indicherebbero così la presenza di una consistente *attrazione percettiva* tra l’azione volontaria e il suono conseguente.



Come mostra la figura in alto³²⁴, nel caso del compimento di un’azione intenzionale seguita da uno stimolo uditivo la consapevolezza dell’azione è chiaramente *ritardata* rispetto a quanto accade nelle condizioni di base (il quadrato si trova sopra lo zero). La consapevolezza del suono è invece *anticipata* (il cerchio indica un numero negativo). Nel caso dei movimenti involontari, accade esattamente il contrario: la consapevolezza dell’azione è negativa rispetto allo zero, quella del suono positiva. Si noti che lo zero si riferisce alla media dei tempi percepiti per l’azione e per lo stimolo

³²⁴ Cfr. Haggard *et al.* (2002), p. 383.

uditivo nelle condizioni di base, e non, come si potrebbe pensare, alla presentazione del suono o all'inizio effettivo dell'azione.

In base a questi risultati, è possibile concludere che, quando un atto motorio volontario viene eseguito, si verifica un fenomeno di *binding*, ossia di collegamento attivo, che “associa o lega insieme (*binds together*) la consapevolezza dell'azione volontaria con la consapevolezza della sua conseguenza sensoriale, avvicinandole nel tempo percepito”³²⁵. Il *binding* sarebbe dunque un fenomeno esclusivo degli atti *coscienti*: movimenti periferici involontari, come quelli prodotti dalla stimolazione della corteccia motoria, non solo non generano alcun effetto di questo tipo, ma producono anzi una repulsione percettiva, che allontana nella coscienza il tempo percepito per l'inizio dell'azione dall'inizio del suono. Eventi che si verificano in modo arbitrario, e che non comportano l'attivazione motoria del soggetto (come il *click* generato dalla finta TMS e il suono conseguente), non danno luogo ad alcuno spostamento rilevante nei tempi percepiti.

3.2. Perché avvengono gli spostamenti percettivi? A cosa è dovuto il “binding” temporale?

Da cosa è prodotto lo spostamento dei tempi percepiti per l'azione e per le sue conseguenze sensoriali? A questo riguardo, sono state addotte diverse spiegazioni, che fanno principalmente riferimento al fattore attenzionale (in particolare alla cosiddetta “riallocazione dinamica” del *focus* attentivo) o a fattori legati all'*output* motorio. Secondo gli stessi autori dello studio che abbiamo or ora esposto, gli spostamenti percettivi non sarebbero tuttavia ascrivibili né all'influenza che il fattore attenzionale esercita sulla latenza dell'elaborazione sensoriale, né alla riallocazione dell'attenzione a seguito della presentazione del secondo stimolo, né, infine, a fattori legati all'*output* motorio³²⁶.

³²⁵ Ivi, p. 384.

³²⁶ Nell'esperimento di Haggard e colleghi (2002), in effetti, i soggetti dividevano presumibilmente la loro attenzione fra le posizioni assunte dalla lancetta dell'orologio e gli eventi da collocare temporalmente. Inoltre, la differenza tra i risultati nelle condizioni operative e quelli ottenuti nelle condizioni di base (in cui, come abbiamo visto, il suono è presentato senza che il soggetto debba eseguire

A cosa sono dovuti, dunque, gli spostamenti percettivi delle conseguenze dell'azione rispetto all'azione medesima? Per rispondere a questa domanda, dobbiamo ritornare alla nozione di “*binding*”

alcun movimento), potrebbe in effetti essere dovuta alla “riallocazione” dell'attenzione (con un conseguente spostamento percettivo) dal primo al secondo evento. Tuttavia, la differenza tra gli errori nella stima degli eventi nei due esperimenti (quello di base e quello operativo) e, inoltre, il fatto che l'attenzione fosse divisa equamente tra le due condizioni, escluderebbe che il fattore attenzionale possa essere la causa determinante degli spostamenti percettivi. Infatti, i ricercatori non riportano alcuna evidenza di uno spostamento dinamico dell'attenzione dall'azione volontaria ai suoi effetti. Considerando, ad esempio, che l'entità degli spostamenti percettivi nelle condizioni di finta TMS è pressoché irrilevante, i ricercatori hanno escluso anche che il numero di eventi o la relazione del secondo evento col primo siano responsabili degli errori nella stima temporale. In breve, che si pensi all'attenzione come alla facoltà di dividere la concentrazione tra compiti *diversi*, o come alla capacità di allocare dinamicamente l'attenzione su eventi *successivi*, gli autori sono dell'opinione che in nessun caso la distribuzione dell'attenzione possa spiegare ciò che accade tra il tempo dell'azione e l'occorrenza del suono. Haggard e colleghi smentiscono anche un'altra ipotesi, che fa riferimento alla componente dell'*output* motorio dell'azione. Da alcuni studi, infatti, è emerso che tanto il livello di attività corticale, quanto l'intensità dell'esperienza soggettiva riferita risultano nettamente inferiori quando gli effetti sensoriali sono autoindotti rispetto a quando stimoli equivalenti vengono presentati dall'esterno. Questo significa che gli effetti dei movimenti volontari sono attenuati rispetto agli effetti non scatenati direttamente dall'azione propria, a patto però che l'azione e l'effetto sensoriale si presentino insieme nello spazio e nel tempo. È stato proposto che la misura di tale attenuazione rifletta proporzionalmente la misura dell'errore tra il *feedback* sensoriale previsto per l'azione e il *feedback* prodotto dal movimento effettivo. Tuttavia, tra i parametri dell'atto motorio nelle diverse condizioni sperimentali non v'è alcuna differenza fisica osservabile che potrebbe spiegare in modo convincente le configurazioni degli slittamenti dei tempi percepiti per l'azione e per l'evento sensoriale. Inoltre, nemmeno appellarsi ad un effetto non meglio specificato, che la TMS avrebbe sui giudizi di temporizzazione, può aiutarci a spiegare l'assenza di effetti di *binding* nelle condizioni di finta TMS o gli spostamenti nella percezione soggettiva dei due eventi nelle diverse condizioni. In ultima analisi, qualsiasi spiegazione *ad hoc* si rivela inabile a spiegare l'intreccio degli spostamenti percettivi osservati, a meno di ammettere un processo di “collegamento (*binding*) attivo”, nell'accezione specificata da Haggard e colleghi (2002). In generale, sembra che nessuna delle spiegazioni che i ricercatori chiamano “meccanicistiche” possa rendere conto degli spostamenti percettivi osservati – dove fra le spiegazioni “meccanicistiche” andrebbero incluse anche quelle che fanno riferimento all'accelerazione o al rallentamento di un supposto “orologio interno” che non sia in grado di compensare il ritardo dell'elaborazione temporale.

(collegamento) intenzionale”, che consiste in un “processo di collegamento (*binding*) attivo”, nella consapevolezza, tra l’azione e i suoi effetti sensoriali. Le rappresentazioni coscienti degli eventi sensomotori che accompagnano un’azione volontaria sarebbero infatti connessi all’azione in virtù di una specifica funzione cognitiva del sistema nervoso centrale, la quale mostra di obbedire a due principi fondamentali di associazione: “[l]’effetto di *binding* è modulato dalla prossimità (*contiguity*) temporale e dalla prevedibilità (*predictability*) temporale”³²⁷. Questi spostamenti percettivi potrebbero essere un aspetto cosciente di una generale connessione temporale tra le rappresentazioni delle azioni e dei loro effetti”³²⁸ – connessione descritta, appunto, come “*binding* intenzionale”.

Come interpretare invece il fenomeno inverso, quello della “repulsione percettiva”? A cosa sarebbe dovuto l’allontanamento, nella coscienza, degli atti involontari dalle loro conseguenze sensoriali? Tale movimento repulsivo rifletterebbe proprio “l’operazione mentale di separare nel tempo, e quindi di discriminare, coppie di eventi che probabilmente non possono essere connessi da un’azione causale davvero nostra. Questa repulsione potrebbe essere dovuta alla qualità imprevista e inaspettata del movimento indotto da TMS e potrebbe essere il correlato cosciente di un’azione rifiutata (*repudiating agency*)”³²⁹.

È facile vedere come questi risultati siano importanti soprattutto per le loro profonde implicazioni concettuali. Il fatto che, come

³²⁷ Haggard *et al.* (2002), p. 384.

³²⁸ Ibid.

³²⁹ Ibid. Non è superfluo notare come queste conclusioni abbiano ripercussioni rilevanti anche in ambito clinico. Mentre, in soggetti ordinari, la capacità di associare i comandi motori con le conseguenze sensoriali del movimento consente un controllo motorio rapido ed efficiente, l’attribuzione delle proprie azioni ad agenti esterni o, viceversa, di azioni altrui al proprio agire, che si osserva nei pazienti schizofrenici, potrebbe riflettere proprio un indebolimento della capacità di mettere in atto il *binding* intenzionale. Detto altrimenti, il fatto che il collegamento tra le rappresentazioni coscienti delle azioni e dei loro effetti si verifichi solo nei casi in cui i comandi motori del soggetto causano realmente gli effetti desiderati potrebbe essere indice del fatto che il *binding* riflette il normale corso delle nostre azioni, mentre la “repulsione percettiva” accompagnerebbe invece gli effetti che esperiamo come involontari (come quelli indotti da TMS) o comunque non conformi alle nostre intenzioni. Insomma, la componente predittiva del controllo motorio sembra essere un fattore essenziale alla consapevolezza ordinaria dell’azione e degli effetti che questa produce.

abbiamo visto, in presenza di un atto motorio volontario si verifica un processo di “attrazione temporale”, per cui il movimento viene percepito *in ritardo* – e le sue conseguenze sensoriali *in anticipo* – rispetto al tempo del loro reale verificarsi, significa che “il cervello contiene uno specifico modulo cognitivo che collega (*binds*) le azioni intenzionali ai loro effetti per costruire un’esperienza cosciente coerente del nostro proprio agire”³³⁰.

Nel *binding* intenzionale, il ruolo della coscienza risulta fondamentale per almeno due ragioni. In primo luogo, come indica l’espressione stessa, il collegamento si verifica solo in presenza di azioni intenzionalmente portate a termine, e non, invece, nel caso di movimenti non intenzionati. Nel caso di movimenti involontari, causati da stimolazione cerebrale, l’individuo mostra addirittura di *invertire* questo rapporto di attrazione³³¹, allontanando nella coscienza il tempo dell’azione da quello delle sue (involontarie) conseguenze.

In secondo luogo, proprio la considerazione del *fattore coscienziale* sembra ampliare il nostro orizzonte, e ciò grazie ad un approfondimento non certo secondario della comprensione dell’azione. Oltre alle fasi decisionali preliminari e all’esecuzione dell’atto motorio, la consapevolezza dell’azione coinvolge infatti anche eventi che accadono *dopo* che essa è stata portata a termine. Se accettiamo queste implicazioni, il fattore coscienziale sembra essere soggetto a sua volta alla possibilità di un ripensamento radicale, tale da rivelarsi come un fattore essenziale di un mutamento inedito del paradigma scientifico.

3.3. Attenzione e percezione temporale

È noto che, in generale, l’attenzione influenza in modo sostanziale i processi percettivi. Di recente è stato confermato anche sperimentalmente che questo vale non solo nel caso di percetti spaziali o relativi a singole modalità sensoriali, ma anche nel caso della percezione *temporale*, dove l’attenzione rivolta alla temporalità della percezione riduce parimenti la latenza percettiva dell’elaborazione

³³⁰ Ivi, p. 385.

³³¹ Sull’inversione dell’ordine dei giudizi temporali nel corso dell’azione cfr. Stetson *et al.* (2006).

sensoriale. Com'era già noto all'inizio del secolo scorso³³², l'attenzione accelera la trasmissione neurale nei canali sensoriali, consentendo così agli stimoli attesi di raggiungere la coscienza più rapidamente rispetto a quelli inattesi³³³.

La capacità di spostare il *focus* dell'attenzione rapidamente ed efficacemente è di vitale importanza per gli organismi viventi, i quali vedono affacciarsi assai di frequente sfide cognitive che devono essere efficacemente elaborate al fine della sopravvivenza. Quando l'individuo si aspetta la comparsa di uno stimolo rilevante, egli sposterà l'attenzione su di esso e, in virtù della selettività dell'elaborazione attenzionale, la sua risposta sarà particolarmente rapida. In tal modo, l'attenzione si mostra in grado di modulare la percezione temporale degli eventi.

Come abbiamo visto, l'intento di Libet era quello di confrontare i tempi percepiti per l'intenzione di agire con i potenziali registrati nel vertice del cranio, per chiarificare la relazione causale tra attività neurale, intenzione e azione. Altre ricerche si sono scostate dall'interesse primario di Libet, concentrandosi invece sul ruolo che l'*attenzione* gioca nella consapevolezza dell'intenzione di agire. H. Lau e colleghi (2004), ad esempio, hanno scoperto che, quando i soggetti conducono il *focus* attentivo sull'intenzione invece che sul movimento, vi è un aumento di attività neurale distribuita in diverse aree, tra cui la l'area motoria pre-supplementare (pre-SMA), che si suppone riflettere la rappresentazione dell'intenzione³³⁴. L'attivazione della pre-SMA, in particolare, era

³³² Cfr. Titchener (1908).

³³³ Questo fatto è stato recentemente confermato negli studi sui "giudizi sull'ordine temporale" (*time order judgements* o *TOJ*).

³³⁴ I ricercatori si sono serviti di neuroimmagini prodotte per mezzo della risonanza magnetica funzionale per misurare, questa volta, non il *timing* dell'attività neurale, ma l'incremento di attività connessa all'attenzione nei confronti dell'intenzione. L'idea di base è che l'attenzione rivolta a un compito particolare dovrebbe essere correlata ad un incremento dell'attività neurale in specifiche regioni cerebrali – incremento misurabile grazie alla registrazione del segnale connesso all'ossigenazione del sangue ivi irrorato (*blood oxygenation level-dependent* o *BOLD*). I ricercatori hanno messo a punto un esperimento *à la* Libet, in cui i soggetti dovevano premere un pulsante in un istante a loro piacimento mentre osservavano un punto rosso ruotare sul quadrante di un orologio. Il compito era duplice, in modo da consentire il confronto tra il *movimento* reale e le situazioni in cui i soggetti, che agivano secondo un ritmo stabilito individualmente (*self-paced actions*), realizzavano l'*intenzione* di muoversi. I risultati delle fMRI hanno mostrato attivazioni specifiche connesse all'attenzione diretta all'intenzione al movimento.

connessa alla consapevolezza dell'intenzione al movimento, più che al movimento stesso. Questo ha indotto a pensare che l'attivazione della pre-SMA rifletta la rappresentazione dell'intenzione o, in altre parole, che "l'attenzione verso l'intenzione potrebbe essere un meccanismo attraverso cui l'effettivo controllo cosciente delle azioni diviene possibile"³³⁵.

La questione se l'azione richieda l'uso della facoltà attentiva è stata a lungo dibattuta³³⁶. Nell'ambito delle neuroscienze della volizione, il fattore attenzionale è al centro di un'ipotesi assai popolare tra gli studiosi, che si fonda sul concetto del cosiddetto *prior entry*. Letteralmente traducibile come "ingresso prioritario"³³⁷, l'espressione "*prior entry*" si riferisce all'effetto per cui un evento situato in un flusso percettivo atteso raggiunge la coscienza *prima* di un evento presentato simultaneamente, ma in un flusso di eventi percettivi inattesi, confermando così la "legge dell'accesso preliminare" (*law of prior entry*) dell'attenzione. Il fenomeno è tuttora ampiamente indagato, soprattutto in connessione con l'influenza considerevole che il fattore attenzionale esercita sulla percezione temporale degli atti volitivi.

L'orientamento dell'attenzione a specifici punti dello spazio consente di mettere in atto un strategia efficace per la selezione di stimoli rilevanti³³⁸. Proprio come l'attenzione rivolta allo spazio, anche l'"attenzione temporale" migliora l'accuratezza e la durata dell'elaborazione degli stimoli. A differenza che nel caso dell'attenzione spaziale, tuttavia, l'attenzione temporale è stata a lungo interpretata come coadiuvante l'elaborazione motori³³⁹. Al contrario, tuttavia, l'attenzione temporale agisce come catalizzatore dell'elaborazione temporale anche quando il compito non richiede un elevato uso di focalizzazione attentiva rivolta all'azione. Per la prima volta nella letteratura scientifica, nel 2011 è stato mostrato come "l'attenzione rivolta a punti nel tempo riduce la latenza percettiva non solo per proprietà spaziali, ma anche temporali, presentando le prime evidenze

³³⁵ Lau *et al.* (2004), p. 1210; cfr. anche Posner *et al.* (1980).

³³⁶ A differenza delle teorie secondo cui l'azione richiederebbe l'attenzione – cfr. Wu (2008, 2011 e 2014) –, altri ricercatori hanno invece argomentato a favore della possibilità del darsi di un'azione senza intenzione – cfr. Jennings & Nanay (2014).

³³⁷ Cfr. Shore *et al.* (2001).

³³⁸ Cfr. Coull & Nobre (1998).

³³⁹ Cfr. Niemi & Naatanen (1981).

per il cosiddetto ‘effetto dell’accesso temporale preliminare’ (*temporal prior entry effect*)³⁴⁰.

In che modo l’attenzione temporale (altrimenti nota come “preparazione temporale”) accelera l’elaborazione percettiva? Tale accelerazione avviene impiegando “potenziali legati all’evento (*event-related potentials*) come indicatori dell’elaborazione percettiva in corso”³⁴¹. Più precisamente, la latenza del potenziale connesso all’evento, che riflette l’elaborazione percettiva, viene ridotta nel tempo ad opera dell’attenzione temporale, che dunque accelera l’elaborazione percettiva proprio come vuole l’ipotesi dell’accesso preliminare dell’attenzione” (*prior entry hypothesis of attention*).

3.4. L’ipotesi della modulazione dinamica dell’orologio interno

Sebbene la modulazione dinamica della discriminazione temporale nelle azioni operative, in cui si tratta di eseguire un atto motorio semplice (come la pressione di un pulsante), sembri riflettere mutamenti nella percezione temporale, questi mutamenti non possono tuttavia essere spiegati solo dagli effetti di spostamento temporale dovuti all’azione o all’attenzione. I risultati di alcuni studi sul *binding* intenzionale indicano piuttosto “che le azioni volontarie operative rallentano temporaneamente un orologio interno, anticipando gli effetti dell’azione”³⁴².

³⁴⁰ Seibold *et al.* (2011), p. 716.

³⁴¹ Ivi, p. 708.

³⁴² Wenke & Haggard (2009), p. 316. Questa ricerca ci consente di addurre ulteriori elementi relativamente alla disputa tra le due prospettive principali formulate per rendere conto delle distorsioni del tempo percepito: l’ipotesi del “tasso dell’orologio” (*the clock-rate account*) presuppone l’esistenza di un “orologio interno” dotato di un tasso variabile di pulsazioni; la teoria dello spostamento temporale (*the time-shift account*) assume invece l’esistenza di meccanismi in grado di adattarsi ai ritardi dell’elaborazione sensoriale, ricalibrando la durata percepita tra gli eventi. Al cuore di entrambe sta l’attenzione verso il *binding* intenzionale come “illusione temporale”, vale a dire la compressione soggettiva dell’intervallo tra l’azione volontaria e i suoi effetti.

Ora, la discriminazione temporale è più incerta quando segue i movimenti volontari rispetto a quando i movimenti sono passivi, come entrambe le teorie citate sopra prevedono. Poiché, quando l’atto motorio non è seguito da alcun suono, la discriminazione temporale non viene interdetta, si potrebbe pensare che

Nell'intervallo tra l'azione e il suono, si verificherebbe un rallentamento e, quindi, una diminuzione dei cicli dell'orologio, il che, a sua volta, produrrebbe una compressione della durata percepita per tale intervallo, come prevede la teoria del *binding* intenzionale. Questo mutamento è assai breve, dal momento che riguarda il tempo immediatamente successivo all'azione e non l'intervallo successivo, che separa l'azione dalle sue conseguenze sensoriali. In generale, si può dire dunque che “[l]e azioni volontarie possono causare sia la compressione che la dilatazione del tempo soggettivo”³⁴³.

La compensazione del ritardo, in virtù di un'accelerazione provvisoria dell'orologio interno, è tuttavia incompleta. Se così non fosse, se cioè il rallentamento iniziale dell'orologio fosse totalmente compensato dall'accelerazione seguente, allora la percezione della durata non subirebbe alcuna distorsione. Solo una compensazione incompleta potrebbe generare quella compressione temporale, di cui l'esposizione dei risultati sul *binding* intenzionale è prodiga di dettagli. La compensazione del tasso di cicli dell'orologio interno sembra dunque tanto essenziale quanto il fatto che il loro rallentamento sia solo momentaneo: in caso contrario, questo produrrebbe un *binding* in costante aumento, proporzionalmente alla durata dell'intervallo giudicato – mentre sappiamo che la misura del *binding* è identica per tutti gli intervalli. In breve, il rallentamento iniziale dell'orologio sarebbe accompagnato da un'accelerazione compensatoria, con l'effetto di recuperare il “tempo perduto” dopo l'azione.

L'ipotesi della “modulazione dell'orologio dinamico” pare dunque proporre la soluzione migliore per spiegare i risultati intorno al *binding* intenzionale³⁴⁴: “il sistema cognitivo motorio potrebbe modulare predittivamente il tempo soggettivo in modo coerente e consistente in quanto parte dell'azione volontaria. Al contrario, il cervello non è in grado di pianificare in anticipo [il modo] di garantire un'esperienza

“le azioni volontarie rallentino temporaneamente un orologio interno” – ivi, p. 311 –, il che crea le condizioni per l'attivarsi della funzione del *binding* intenzionale, consentendo all'individuo di connettere il proprio agire agli effetti che ciò scatena.

³⁴³ Ivi, p. 317.

³⁴⁴ Cfr. Park *et al.* (2003). Anche la qualità della discriminazione temporale è coerente con le differenze nella durata percepita per gli intervalli, e ciò in contrasto con l'ipotesi alternativa, secondo cui la dilatazione del tempo soggettivo – che segue immediatamente, compensandola, la compressione iniziale indotta dall'azione – sarebbe prodotta da modulazioni rapide e opposte dell'*arousal*.

coerente del tempo per gli eventi sensoriali esterni, come per i movimenti passivi. In questo senso, il sistema dell'azione precostruisce un'esperienza unificata del tempo soggettivo, contrariamente alla nostra esperienza del tempo frammentata e modificabile”³⁴⁵.

3.5. Sulla relazione tra controllo motorio ed effetti sensoriali dell'azione

Secondo alcuni modelli computazionali del controllo motorio, il sistema motorio potrebbe agire in modo tale da consentire all'individuo di prevedere gli effetti somatici e ambientali delle azioni. Era già noto alla fine degli anni '90 del secolo scorso³⁴⁶ che la previsione degli atti motori comporta un'attenuazione della percezione sensoriale delle conseguenze previste per le nostre azioni: uno stimolo tattile autoprodotta non fa il “solletico” quanto uno stesso stimolo generato esternamente. Utilizzando la fMRI, si può osservare come l'attività cerebrale sia più cospicua quando uno stimolo tattile è generato dall'esterno rispetto a quando esso viene autoprodotta³⁴⁷.

Ora, la configurazione delle distorsioni temporali riferite in sede di presentazione dell'effetto del *binding* temporale potrebbe anche riflettere un tale tipo di previsione motoria. In primo luogo, il *binding* intenzionale mostra in parte di riflettere la previsione motoria delle conseguenze sensoriali dell'azione³⁴⁸. In secondo luogo, mentre il *binding* intenzionale è legato ad un'accelerazione del tempo percepito (nel paradigma dell'orologio interno, ciò corrisponde ad un rallentamento del tasso di cicli dell'orologio), le distorsioni temporali sono assenti sia quando i movimenti sono passivi, siano quando le azioni non producono effetti prevedibili.

Presi insieme, tutti questi elementi portano a concludere che le modulazioni del *timing* neurale potrebbero essere direttamente

³⁴⁵ Wenke & Haggard (2009), p. 317.

³⁴⁶ Cfr. Blakemore *et al.* (1998).

³⁴⁷ Nel cervelletto si registra un'attività inferiore quando un movimento genera uno stimolo tattile rispetto a quando un movimento non genera alcuno stimolo, il che confermerebbe il coinvolgimento del cervelletto nelle fasi di previsione delle conseguenze sensoriali specifiche dei movimenti e nella produzione del segnale che viene utilizzato per annullare la risposta sensoriale alla stimolazione auto-generata.

³⁴⁸ Cfr. Moore & Haggard (2008).

influenzate dalla previsione motoria dell'azione e delle sue conseguenze. Nel modello dell'orologio interno, il rallentamento del tasso di pulsazioni in seguito all'azione potrebbe incrementare la contiguità temporale tra azioni ed effetti, rafforzando l'associazione temporale tra i due eventi³⁴⁹. L'azione potrebbe essere perciò considerata come un'istanza specifica dell'inferenza causale propria degli atti motori autogenerati, come suggerisce l'accezione dell'espressione "sensazione di agire" (*sense of agency*) proposta da Haggard (2005) – espressione usata per descrivere il sentimento (*feeling*) di essere in possesso del controllo sugli eventi.

4. Modelli predittivi e modelli inferenziali dell'azione nel binding temporale

Come si genera la consapevolezza dell'intenzione di agire? Nell'ambito degli studi neuroscientifici sugli atti volontari, abbiamo due opzioni, a seconda che prediligiamo processi di elaborazione di tipo "predittivo", connessi al controllo dell'azione, oppure processi di tipo "inferenziale", che si compiono solo dopo che l'azione è stata portata a termine.

Nella prima prospettiva, a determinare la coscienza dell'azione è prevalentemente l'elaborazione dell'informazione connessa al controllo motorio preliminare all'atto. Tale elaborazione sarebbe condotta da una componente "predittiva" del sistema motorio stesso. A sostegno di questa ipotesi vi sono diverse osservazioni sperimentali. Ad esempio, stimolando l'area motoria supplementare o SMA, si può creare la sensazione di un (fittizio) "impulso" (*urge*) ad agire, che può concretarsi in un atto motorio vero e proprio solo se la stimolazione supera una certa soglia d'intensità. Ciò significa che in sede neurale è già presente, in maniera preliminare, un'attività che codifica l'atto motorio futuro. Un altro fenomeno a favore del modello predittivo dell'azione è l'esperienza del cosiddetto "arto fantasma", in cui un arto mancante viene percepito come se esistesse "in carne ed ossa": per spiegare questo fenomeno, si potrebbe ipotizzare che la consapevolezza del movimento non si basi sulla posizione *reale* dell'arto (e come potrebbe, se l'arto non è più presente!), bensì sulla sua posizione *prevista* in base ai comandi efferenti.

³⁴⁹ Cfr. Eagleman & Holcombe (2002).

Una spiegazione alternativa fa invece perno sulla rilevanza dei fattori inferenziali *posteriori* al compimento dell'azione³⁵⁰. Secondo questa prospettiva, noi “conferiamo un senso” alle azioni sulla base dell'interpretazione delle evidenze sensoriali associate ad esse. Il fatto che percepiamo un'azione come *nostra* dipenderebbe dalla conformità dei nostri pensieri ad alcuni requisiti di base, vale a dire fattori come la loro *priorità*, *coerenza* ed *esclusività* rispetto all'azione che si suppone esserne la conseguenza: se un pensiero sorge prima di un'azione, se è coerente con essa, e se l'azione non può presumibilmente avere altre cause, allora la nostra coscienza ci induce a ritenere che siamo stati noi a causarla.

Una conferma di questa ipotesi deriverebbe da alcuni risultati sperimentali intesi a valutare la relazione tra una scelta soggettiva e la giustificazione che adduciamo per essa in quanto agenti. Ad esempio, in certi casi possiamo letteralmente giungere a “inventare” una giustificazione per una scelta che *crediamo* di avere compiuto, anche se in realtà non l'abbiamo fatto. Si tratta di un fenomeno noto come “cecità della scelta” (*choice blindness*): che il contenuto di un'azione sia modificabile *a posteriori* sarebbe la prova del fatto che noi non siamo “intrinsecamente informati” dell'azione imminente (che, in altre parole, siamo “ciechi” di fronte ad essa).

4.1. Coerenza, binding e “sentimento di paternità” dell'azione

È possibile collegare la percezione del tempo ad una misura esplicita dell'agire? Per farlo, occorre focalizzarsi sul sentimento di “paternità dell'azione”, che è costituito dall'atto di percepire la propria azione come causa dell'evento successivo³⁵¹. Per esaminare la relazione tra il *binding* e il sentimento di paternità inferito nel corso dell'azione, poniamo che siamo posti ad osservare un oggetto comune avvicinarsi o allontanarsi. Allo stesso tempo, poniamo di dover spostare un *joystick* in avanti o all'indietro. Talora, la nostra azione sarà congruente con lo spostamento dell'oggetto (ad esempio, lo spostamento in avanti del *joystick* coinciderà con l'allontanamento dell'oggetto), talaltra si verificherà il caso opposto (dove, viceversa, l'avvicinamento dell'oggetto

³⁵⁰ Cfr. Wegner & Wheatley (1999).

³⁵¹ Cfr. Ebert & Wegner (2010).

si scontrerà con lo spostamento in avanti del *joystick*). La misura del *binding* sarà effettuata introducendo ritardi di diversa grandezza tra l'azione e l'inizio del movimento dell'oggetto, e riferendo poi in quale misura avremo percepito che il movimento del *joystick* ha realmente causato il movimento dell'oggetto.

Ancora una volta, la manipolazione della coerenza, nella relazione tra azione ed effetto, consentirà di modulare non solo la durata percepita per l'intervallo tra i due eventi, ma anche i giudizi espliciti sulla sensazione di paternità. Quando formuliamo i giudizi temporali e i giudizi di paternità in prove separate, essi non mostreranno alcuna correlazione degna di nota (il che potrebbe comunque indicare una "contaminazione" di diversi compiti nello stesso esperimento), mentre quando le due misure sono effettuate nella stessa prova sperimentale, esse mostreranno invece una correlazione significativa.

L'associazione (*binding*), indagata su scala sensomotoria, è più sensibile alla coerenza nel caso di ritardi più brevi tra l'azione e l'evento sensoriale³⁵² (come peraltro ci si può aspettare sulla base della conoscenza dei primi studi sul *binding*, secondo cui intervalli più lunghi tra azione ed esito sensoriale sono associati ad un collegamento più debole³⁵³). Si può dunque supporre che il *binding* nasca da un'inferenza generata a partire dalla sensazione di "paternità" relativamente all'azione. Ciò costituisce una nuova evidenza sulla dissociazione tra i due fattori: sembra infatti che la coerenza tra i due eventi influenzi più i riferimenti soggettivi che il *binding* in sé. In altre parole, il *binding* e i riferimenti soggettivi apparirebbero come due diversi aspetti del senso di paternità di un'azione.

Le questioni che sorgono da questi risultati sono molteplici³⁵⁴. Anzitutto, qual è la natura della relazione tra il *binding* e il sentimento di "paternità" dell'azione? Inoltre, può davvero la contaminazione dei compiti concentrati nella stessa prova annullare l'effetto di *binding*? Infine, qual è la gamma temporale in cui il *binding* opera? Anzitutto, abbiamo visto che la contiguità temporale gioca un ruolo importante nell'influenzare la relazione percepita tra un'azione e le sue conseguenze sensoriali. In secondo luogo, la rilevanza degli effetti dell'azione sulla

³⁵² Tuttavia, come vedremo, il più recente lavoro di Buehner e Humphreys (2009) ha mostrato che il *binding* si verifica per intervalli anche molto più lunghi.

³⁵³ Cfr. Haggard *et al.* (2002).

³⁵⁴ Cfr. Moore & Haggard (2010).

percezione del tempo è confermata ancora una volta, e ciò, si badi bene, utilizzando un metodo che non si basa sul tanto vituperato “orologio di Libet”.

In terzo luogo, l’esperimento convalida l’uso del *binding* intenzionale come misura di senso dell’agire, fornendo le prove per cui mutamenti quantitativi nel *binding* sono associati a mutamenti quantitativi nei riferimenti espliciti sull’agire. Tuttavia, lo studio non mostra ancora il meccanismo che sottende l’associazione o senso di paternità, che dovrà essere indagato in studi futuri.

4.2. Anticipazione o inferenza? Modelli predittivi e modelli retrospettivi dell’azione

Abbiamo visto sopra che la presentazione di un suono a seguito di un movimento volontario comporta uno “spostamento in avanti” dell’istante in cui si colloca la coscienza dell’atto, e uno “spostamento all’indietro” dell’istante in cui il suono viene percepito, e che ciò non si verifica nel caso in cui il suono non venga presentato o nelle circostanze in cui l’atto scaturisca da stimolazione transcranica. Cosa accade se il suono viene invece spostato appositamente nel tempo ad insaputa dei soggetti?

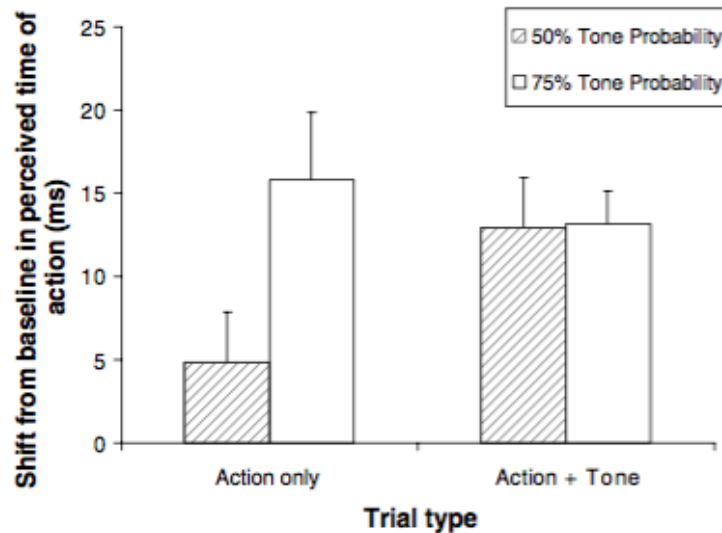
Manipolando accuratamente la probabilità che l’azione provochi l’effetto uditivo, e presentando il suono o meno con una probabilità determinata in partenza (quando si presenta, il segnale uditivo seguirà l’atto motorio sempre di 250 msec) è possibile introdurre una condizione inedita rispetto agli studi precedenti. In tale condizione, all’atto motorio non seguirà alcun suono, sebbene questo sia tuttavia *atteso* dai soggetti. Tale accorgimento consente di mettere finalmente alla prova le due prospettive (inferenziale e predittiva) sull’azione, mettendo forse fine alla diatriba tra induttivisti e sostenitori del modello predittivo dell’azione³⁵⁵. Se il *binding* intenzionale si verificherà anche *in assenza*

³⁵⁵ Le due prospettive neuroscientifiche – *inferenziale* e *predittiva* – che abbiamo incontrato nel primo capitolo, relativamente alle indagini sulla relazione temporale tra percezione ed azione, non si distinguono solo dal punto di vista *epistemologico* (cioè relativamente alla disponibilità o meno, per il soggetto, dell’informazione riguardante l’azione), ma anche dal punto di vista delle loro “implicazioni *cronometriche*”: cfr. Moore & Haggard (2008), p. 134. Relativamente a queste ultime,

dello stimolo sonoro, infatti, questo indicherà che l'intenzione *non deve attendere gli effetti dell'atto* per sfociare nella coscienza dell'atto. Con ciò, il modello predittivo segnerebbe un punto a suo favore. Al contrario, se, in assenza del suono, non ci sarà traccia di un effetto di *binding*, ciò confermerà l'idea, propria del modello inferenziale, del sorgere retrospettivo della consapevolezza dell'azione.

L'esperimento comprenderà condizioni in cui l'effetto sonoro segue l'atto motorio nel 75% dei casi (*75% probability condition*) e altre in cui il suono seguirà il movimento nel 50% dei casi (*50% probability condition*). A queste due condizioni se ne aggiungeranno altrettante, in cui i soggetti dovranno giudicare, separatamente, soltanto l'azione (*baseline action condition*) o soltanto il suono (*baseline tone condition*). Questo consentirà di ottenere un valore "medio" per il *binding* intenzionale di ciascun soggetto, che servirà per confrontare i tempi di reazione emergenti dalle condizioni di base e i tempi emergenti dalle condizioni operative, in cui entrano in gioco sia l'azione sia il suono.

ci si può chiedere quale sia il ruolo che le due teorie svolgono nel *binding* temporale di percetti giudicati in condizioni operative, vale a dire in situazioni in cui la stima del percetto è accompagnata da un atto motorio del soggetto percipiente. L'apparente specificità dell'effetto del *binding* nei movimenti volontari implica fortemente la partecipazione di processi motori predittivi. Evidenze in questo senso sono state fornite da Haggard e Clark (2003), i quali si sono chiesti se interrompere l'intenzione di produrre un'azione influisca sul *binding* intenzionale. Nell'esperimento messo a punto a questo scopo, i partecipanti dovevano premere volontariamente un pulsante mentre fissavano un orologio *à la Libet*. In alcuni blocchi di prove, i ricercatori applicavano la TMS in corrispondenza della corteccia motoria, in modo da interferire con il completamento di alcune delle azioni intenzionali innescando un movimento identico, ma involontario. Solo alcune azioni erano pertanto veramente intenzionali, giacché non sempre l'azione corrispondeva esattamente all'intenzione. Haggard e Clark hanno trovato che l'interruzione dell'intenzione indebolisce significativamente il *binding* intenzionale, concedendo un punto a favore dell'interpretazione predittiva. Viceversa, il fatto che, nelle prove in cui l'intenzione veniva interrotta, la mera co-occorrenza delle azioni e dei risultati non fosse sufficiente a produrre l'effetto di *binding* sarebbe una prova a sfavore dell'ipotesi dell'inferenza retrospettiva.



I risultati sono chiari: quando l'effetto dell'azione è ampiamente prevedibile (75% *probability condition*), il *binding* temporale si verificherà anche quando l'azione non provoca alcun effetto, proprio perché quest'ultimo è altamente atteso. Quando, invece, l'effetto dell'azione è scarsamente prevedibile (50% *probability condition*), un valore significativamente vicino a quello trovato per il *binding* temporale nelle condizioni di alta probabilità emergerà solo quando l'effetto sonoro è realmente presentato. Quando invece all'azione non seguirà alcun effetto sensoriale, il *binding* sarà completamente assente.

La differenza più evidente riguarda chiaramente le condizioni operative in cui il suono è atteso ma non presentato: qui, i risultati mostrano che l'elemento cruciale per il *binding* non è tanto la presenza effettiva della conseguenza sonora, quanto piuttosto l'*aspettativa* che i soggetti serbano nei suoi confronti. Basta infatti che il suono sia altamente prevedibile perché l'azione sia "spostata verso l'istante atteso per il verificarsi del suono"³⁵⁶ – effetto assente nel caso in cui il suono non viene presentato. Come mostra la figura in alto³⁵⁷, il valore del tempo percepito per l'azione in assenza del suono e nelle condizioni di alta prevedibilità (valore che supera addirittura i tempi per l'azione seguita dal suono) è di gran lunga superiore al valore assunto dalla "sola azione", senza aspettative e senza conseguenze effettive.

Quale delle due teorie – predittiva e retrospettiva – risulta confermata, e quale quella confutata da queste scoperte? Lo schema si

³⁵⁶ Haggard & Clark (2003), p. 140.

³⁵⁷ Cfr. Moore & Haggard (2008), p. 140.

presta ad una duplice interpretazione che, in ultima analisi, sostiene in ugual misura tanto la teoria predittiva quanto il modello inferenziale dell'azione. Se consideriamo le colonne vuote in bianco, e in particolar modo quella di sinistra, non v'è dubbio che essa attesti un fenomeno di *binding* scatenato dalla sola aspettativa, come vuole l'ipotesi predittiva. Se però focalizziamo l'attenzione sulle colonne a strisce, in particolare su quella di destra, ci rendiamo conto che il valore che questa assume dipende direttamente non dall'aspettativa, bensì dalla presentazione effettiva del suono, che a sua volta comporta un riassetto dei tempi percepiti per l'azione stessa, conformemente a quanto previsto dal modello inferenziale. Insomma, sembra che l'esperienza delle nostre azioni si costituisca in un doppio movimento, che istituisce un intreccio dinamico tra componenti predittive e processi inferenziali³⁵⁸. Tanto la

³⁵⁸ Che il *binding* si basi su processi predittivi coinvolti nella preparazione dell'azione è stato confermato anche da altri esperimenti. Era già noto che, quando le previsioni formulate da un modello predittivo "in avanti" combaciano con gli elementi provenienti dal *feedback* sensoriale, l'intensità del *feedback* viene meno e gli effetti sensoriali sono soggettivamente vissuti come meno intensi: cfr. ad esempio Blakemore *et al.* (1999). Tsakiris e Haggard (2003) hanno dimostrato non solo che il *binding* intenzionale si verifica nel caso di azioni seguite da effetti somatici, ma anche che gli effetti somatici successivi all'azione sono percepiti come meno intensi rispetto a quelli che seguono un movimento passivo. Ulteriori evidenze della validità dell'interpretazione predittiva provengono da uno studio condotto da Engbert e Wohlschläger (2007), concentratisi sull'azione come componente sostanziale del *binding* intenzionale. Utilizzando il metodo di Libet, i ricercatori hanno valutato l'impatto che la modifica di determinate proprietà riguardanti il risultato dell'azione aveva sul tempo percepito per quest'ultima. Un primo esperimento esaminava se l'impatto di un risultato (un suono) era atteso o meno. Manipolando la probabilità dell'occorrenza del risultato, in modo tale che questo si verificasse talora nell'80% dei casi, talaltra nel 20%, i ricercatori hanno trovato che le azioni erano percepite più tardi (vale a dire che il *binding* intenzionale era più consistente) nelle condizioni in cui l'esito aveva maggior probabilità di verificarsi. Interessante, in particolare per la presente ricerca, è la scoperta che questo ritardo nel tempo percepito per l'azione venisse osservato sia con sia senza la presentazione del tono, indicando che *la presenza del suono non era necessaria per il binding intenzionale*. Ciò ha fornito nuovi dettagli sul ruolo predittivo del *binding* intenzionale: sembra infatti che la previsione dell'esito dell'azione sia sufficiente per indurre l'effetto di *binding*. In un ultimo esperimento, i ricercatori hanno mostrato che questo effetto predittivo si verifica in modo specifico soltanto in presenza di azioni volontarie, mentre, quando i movimenti vengono indotti passivamente, il tempo percepito per essi non differisce significativamente nelle condizioni ad alta e bassa probabilità. Lo studio di Engbert e Wohlschläger fornisce dunque nuove

stima predittiva, quanto l'inferenza retrospettiva contribuiscono dunque a generare il *binding* intenzionale.

4.3. Ancora sul “solletico”

Secondo il “modello comparatorio” dell'azione, la sensazione di agire viene prodotta quando vi è corrispondenza tra le conseguenze sensoriali effettive e quelle previste per il movimento. Abbiamo già visto, nel paragrafo sul “solletico”, come le azioni di cui ci attendiamo i risultati non ci facciano lo stesso “effetto” di quelle le cui conseguenze sono inaspettate. Tale attenuazione della stimolazione tattile autoprodotta potrebbe essere dovuta ad una previsione sensoriale, la

prove convincenti a sostegno del ruolo predittivo del *binding* intenzionale, mostrando come il fenomeno muti sensibilmente a seconda che il risultato dell'azione sia previsto o meno. Inoltre, i meccanismi in gioco nell'effetto qui riferito sembrano essere di tipo specificamente motorio. Uno studio di Moore e Haggard (2008) mostra invece il ruolo fondamentale che l'inferenza retrospettiva svolge nel *binding* intenzionale. Il contributo di questo tipo di elaborazione era stato sottolineato in altri studi sull'esperienza motoria, che utilizzavano modelli di “adescamento” per distrarre la consapevolezza dell'azione e delle sue conseguenze sensoriali. In uno studio pionieristico, Wegner e Wheatley (1999) avevano mostrato che accompagnare l'azione soggettiva con parole ad essa coerenti induceva i partecipanti a percepire un controllo maggiore sull'azione, anche quando, in realtà, non avevano eseguito alcun movimento. Secondo gli autori, tali fattori di tipo verbale avrebbero indotto i volontari a formulare pensieri circa le conseguenze dell'azione, e avrebbero quindi agito come “surrogati” delle rispettive intenzioni. Il fatto che questi fattori siano in grado di modulare la sensazione di controllare movimenti non eseguiti è stato assunto come prova del fatto che l'esperienza del controllo motorio nasce da un processo che consente di inferire relazioni causali tra eventi (nella fattispecie: intenzioni, azioni e risultati). Secondo gli autori, che minimizzano il contributo del sistema motorio alla sensazione di agire, questo processo interpretativo è fondamentalmente distinto dal processo della causazione mentale vera e propria. Oltre a confermare questi risultati, Moore, Wegner e Haggard (2009) hanno osservato come l'effetto dei “distrattori” (nel primo esperimento, le parole) fosse significativamente ridotta quando il movimento era volontario, indicando che, nonostante il ruolo che l'inferenza retrospettiva svolge nell'associazione intenzionale (e, più in generale, nella sensazione di agire), esso è più consistente in assenza di processi motori predittivi, che sembrano normalmente dominare.

quale sarebbe il frutto di un modello interno “in avanti” del sistema motorio³⁵⁹.

Un tale modello sarebbe in grado di prevedere le conseguenze sensoriali di un movimento basato sui comandi motori corrispondenti: quando un movimento è autoprodotta, le sue conseguenze sensoriali possono essere accuratamente previste, e tale previsione può essere poi utilizzata per attenuare gli effetti sensoriali del movimento. Molti studi hanno confermato che, quando la discrepanza tra effetti stimati e *feedback* sensoriali effettivi aumenta, durante la stimolazione tattile autoprodotta si verifica una concomitante diminuzione del livello di sensibilità sensoriale – in una parola: un aumento del “solletico”³⁶⁰.

4.4. Sulla differenza tra cronostasi saccadica e binding intenzionale

Come si è più volte richiamato nel corso di queste analisi di contenuto neuroscientifico, l’esperienza di causare un evento modifica il tempo percepito e provoca una percezione dell’azione come ravvicinata ai suoi effetti, tanto da poter dire che “è possibile che ogni azione sposti verso l’azione il tempo percepito per le sue conseguenze sensoriali”³⁶¹. Questo spostamento temporale dipende in parte dall’aspettativa *predittiva* degli effetti dell’azione, in parte da inferenze *a posteriori* degli effetti sensoriali dell’azione. Abbiamo anche visto come un effetto di cronostasi si dia nella coscienza ogni qualvolta un movimento saccadico abbia luogo, e che tale effetto è precisamente ciò che ci consente di avere una rappresentazione del mondo continua e stabile. Ora, se movimenti così diversi danno luogo a effetti di cronostasi, qual è il meccanismo comune che li può spiegare?

La domanda non ha per ora risposta, dal momento che vi sono differenze così sostanziali tra i due effetti che non ci è consentito di

³⁵⁹ Cfr. Blakemore *et al.* (2002).

³⁶⁰ Gli studi di *neuroimaging* funzionale hanno mostrato che questa attenuazione sensoriale potrebbe essere mediata dalla corteccia somatosensoriale e dalla corteccia anteriore cingolata: nel caso di uno stimolo tattile autoprodotta, infatti, queste aree si attivano in misura inferiore rispetto a quando lo stimolo è esternamente prodotto. Inoltre, anche il cervelletto potrebbe essere coinvolto nella generazione della previsione delle conseguenze sensoriali del movimento.

³⁶¹ Yarrow *et al.* (2010), p. 160.

rinvenire, nemmeno dal punto di vista ipotetico, l'esistenza di un meccanismo comune. Mentre il "binding intenzionale" avviene solo nel caso di azioni volontarie, la cronostasi saccadica non solo si verifica, ma ha anche grandezza simile sia in presenza di saccadi volontarie sia nel caso di saccadi automatiche, cioè involontarie o spontanee. Ciò indicherebbe dunque che i due tipi di illusione potrebbero non essere sottesi dallo stesso meccanismo, ma da processi distinti³⁶². È dunque preferibile riguardare tali illusioni come effetti di meccanismi separati, almeno finché non sorgano evidenze contrarie. In fin dei conti, mentre il *binding* intenzionale riguarda le azioni in generale (che poi possono specificarsi in varie modalità sensoriali) le saccadi riguardano solo la visione, il che le rende difficilmente estendibili alla generalità delle azioni umane.

5. Causalità e binding intenzionale. Contiguità e circostanzialità

L'esperienza della causalità pervade ogni aspetto dell'esperienza umana. L'abilità epistemica di consapere, assieme alla propria azione cosciente, anche le possibili conseguenze di essa, è fondata su due processi distinti. Secondo le teorie "ideomotorie", sviluppate sulla scia delle idee di W. James³⁶³, nella rappresentazione soggettiva le azioni sono intrinsecamente riferite alle loro conseguenze esteriori. In tale prospettiva, il compimento di un'azione implica sempre un'aspettativa relativa al suo scopo, come è stato recentemente confermato anche nei modelli computazionali del controllo motorio³⁶⁴.

Un'alternativa a questa ipotesi, come quella abbracciata da D. Wegner, consiste nell'affermare che l'esperienza cosciente dell'azione possa essere inferita non solo dall'evidenza sensoriale³⁶⁵, ma anche dalla correlazione temporale tra intenzioni, atti motori ed eventi esterni. In entrambi i casi, è ormai attestato che la mente umana è in grado di costruire intrinsecamente modelli della relazione tra azione ed effetti sensoriali – relazione che sta alla base dell'esperienza relativa all'agire³⁶⁶.

³⁶² Cfr. Yarrow *et al.* (2004).

³⁶³ Cfr. James (1890).

³⁶⁴ Cfr. Berti (2006) e Blakemore *et al.* (2002).

³⁶⁵ Cfr. Wegner (2002).

³⁶⁶ Cfr. Haggard *et al.* (2002) e Moore & Haggard (2008).

5.1. Il binding e il fattore “contiguità” nella relazione tra un atto motorio e le sue conseguenze sensoriali

L’inferenza causale dell’azione propria mostra dunque di basarsi su proprietà riguardanti il rapporto tra l’azione e il suo risultato. Quali sono queste “proprietà”? Un’azione è sempre temporalmente prossima ai suoi effetti, ed è inoltre circondata da eventi circostanziali ad essa. La *contiguità*, ossia la vicinanza temporale dell’azione e del suo risultato, e la *circostanzialità*, vale a dire l’insieme di circostanze co-presenti all’azione, sono due tra le proprietà che influenzano particolarmente il rapporto temporale percepito tra l’azione e i suoi risultati. In tali circostanze, è vero il principio humaneo per cui, più vicini nel tempo vengono visualizzati i due eventi, più forte è il rapporto causale che ne viene dedotto³⁶⁷.

Il legame tra contiguità e associazione intenzionale è stato approfonditamente indagato³⁶⁸. Ad esempio, una volta che ci si sia adattati a un ritardo fisso tra un’azione (come la pressione di un tasto) e la sua conseguenza sensoriale (come un *flash* colorato), la presentazione occasionale del *flash* ad un ritardo più breve può provocare addirittura un’*inversione* temporale, al livello coscienziale, tra l’azione e il suo risultato (alla fine dell’esperimento, quando il *flash* appare appena dopo la pressione del tasto, il soggetto riferirà che esso era addirittura comparso prima!).

Questo effetto sembra verificarsi perché, quando un evento sensoriale (ad esempio, un *flash* colorato) viene interpretato come conseguenza dell’azione propria, il cervello “ricalibra” i giudizi temporali in modo da adattarli all’aspettativa predittiva, secondo la quale gli effetti sensoriali devono essere contigui all’azione. È per questo che, quando un risultato viene presentato con un ritardo più breve, questo

³⁶⁷ Il ruolo della contiguità nel *binding* intenzionale è tuttavia ancora poco chiaro. Come abbiamo visto, Haggard e colleghi (2002) hanno trovato che l’effetto è più debole per ritardi maggiori tra l’azione e la sua conseguenza sensoriale. Al contrario, Buehner e Humphreys (2009) hanno osservato che il *binding* intenzionale viene conservato per ritardi più prolungati, in cui l’intervallo tra l’azione e il suo risultato dura fino a 4 secondi.

³⁶⁸ Cfr. Stetson *et al.* (2006).

ricalibramento può portare a un'inversione illusoria dei tempi dell'azione e del risultato³⁶⁹. Oltre alle sue implicazioni sul ruolo della contiguità nel *binding* intenzionale, questo ha importanti ricadute sulla nostra comprensione del ruolo dell'apprendimento delle condizioni di circostanzialità (*contingency*) per la percezione del *timing* dell'azione volontaria. In particolare, si ritiene che il “ricalibramento” dei tempi percepiti, il quale è frutto dell'apprendimento, si verifichi ogni volta che un evento sensoriale viene interpretato come conseguenza di un movimento.

5.2. Il binding e l'influenza delle circostanze nella relazione tra l'atto e le sue conseguenze sensoriali

È possibile sottoporre a sperimentazione il ruolo del fattore “circostanzialità”³⁷⁰? A questo scopo, occorre indagare le varie forme di *timing* percepito soggettivamente per un semplice atto motorio, confrontando le situazioni in cui, statisticamente, vi dovrebbe essere una relazione causale tra azione ed effetto e le situazioni in cui i due eventi sono invece sciolti da ogni relazione reciproca. Ora, in questo contesto è possibile mostrare che “entrambi gli spostamenti nel tempo dell'azione, predittivo e inferenziale (o “postdittivo”), [dipendono] da una forte circostanzialità [statistica] tra azione ed effetto”³⁷¹, e che l'esperienza di causare un'azione è quindi un processo di apprendimento causale basato sulle condizioni al contorno. Inoltre, tale relazione di circostanzialità vige anche in senso opposto: “[l]a relazione causale che

³⁶⁹ Questo meccanismo di ricalibramento potrebbe sottendere l'effetto associativo manifestato dal *binding* intenzionale. Ad esempio, ci si potrebbe chiedere se tale processo di ricalibramento si verifichi per sequenze di eventi involontari, come quando l'azione viene forzata per mezzo della stimolazione motoria dei muscoli preposti al movimento. Sebbene i risultati diano prova che vi è inversione dei tempi anche in queste condizioni, tale esito non è comunque statisticamente significativo. Sembra dunque che la volontarietà di un'azione sia una condizione necessaria affinché questi spostamenti nel tempo percepito si verifichino.

³⁷⁰ La circostanzialità (*circostanzialità*) è definita qui come l'indice della relazione causale tra eventi; più precisamente, essa è “la probabilità di un effetto (E) data un'azione (A), meno la probabilità di E in assenza di A”: Moore *et al.* (2009), p. 280.

³⁷¹ Ivi, p. 279.

estrapoliamo dalle regolarità statistiche del nostro ambiente può determinare il tempo in cui percepiamo il verificarsi di singoli eventi, perlomeno nel caso degli atti volontari [...] la circostanzialità modula non solo la relazione percepita tra azione ed effetto, ma la percezione temporale dell'azione in se stessa"³⁷², confermando così l'esistenza di un'intima relazione tra causalità e percezione, nonché tra azione e percezione temporale.

Si dice che c'è una relazione "non circostanziale" tra l'azione e i suoi effetti quando il risultato è ugualmente probabile in presenza e in assenza dell'azione, mentre c'è una relazione di "circostanzialità" quando la probabilità del risultato aumenta in presenza di un'azione: calcolando le informazioni sulla circostanzialità così definita, gli individui sono in grado di controllare sistematicamente il loro ambiente. È noto, ad esempio, che i comportamenti diretti ad uno scopo sono specificamente mediati dall'apprendimento dei rapporti circostanziali tra gli eventi: gli organismi acquisiscono conoscenze circa la relazione causale tra azioni e risultati, vale a dire circa la misura in cui un risultato è circostanziale rispetto ad un'azione.

Incrementando la connessione tra l'azione e il suo esito sensoriale, aumenta significativamente, al tempo stesso, il contributo dei processi inferenziali predittivi e retrospettivi al *binding* intenzionale. Ciò indica che questo fenomeno associativo, nonché i processi che vi contribuiscono, sono sensibili al rapporto causale percepito tra azioni e risultati e che, pur non essendo forse sufficiente, l'intenzionalità del movimento sembra essere perlomeno necessaria per il darsi del *binding*³⁷³.

I dati esaminati finora implicano che la causalità e l'intenzionalità sono fattori entrambi necessari per il verificarsi del *binding*, ma che nessuno dei due è di per sé sufficiente³⁷⁴. Tale affermazione incontra

³⁷² Ibid.

³⁷³ Nel *decision-making*, ad esempio, l'attivazione di alcune aree può arrivare a predire la cosiddetta *willingness-to-pay*: in un soggetto che sta valutando il prezzo di un prodotto, un'elevata attività nello striato ventrale prevedrà un'ampia probabilità di acquisto, mentre un'elevata attività nell'insula destra prevedrà che il soggetto non acquisterà il prodotto; ancora: un'elevata attività nello striato ventrale predirà investimenti rischiosi, un'elevata attività dell'insula investimenti sicuri, e così via.

³⁷⁴ Cfr. Moore Fletcher (2012).

diverse evidenze sperimentali³⁷⁵, scaturite soprattutto dall'analisi del contributo dell'azione volontaria e della percezione della causalità nel *binding* intenzionale. In queste prove, è stato mostrato che né una successione di causalità né l'intenzionalità sono in sé sufficienti per il darsi del *binding* intenzionale; sembra dunque che i due fattori svolgano un ruolo sì importante, ma non ancora sufficiente, se isolatamente considerati, a generare l'effetto associativo. Infine, il *binding* intenzionale è più forte quando, oltre alla presenza di movimenti volontari, le conseguenze di quei movimenti sono prevedibili e contigui (il che non si verifica in assenza di movimento volontario), confermando, ancora una volta, che intenzionalità e causalità sono condizioni entrambe necessarie ma non sufficienti per il *binding*³⁷⁶.

5.3. Apprendimento e...sorpresa!

I risultati esposti nella sezione precedente sottolineano l'importanza dell'apprendimento nel *binding* intenzionale: la conoscenza acquisita del rapporto azione–risultato influenza profondamente il

³⁷⁵ Cfr. Cravo *et al.* (2009). A questo scopo, i ricercatori hanno messo a punto due diverse situazioni sperimentali: in una condizione di “collisione”, un disco che viaggiava da sinistra a destra si scontrava con un secondo disco, respingendolo verso destra. In una condizione di “non-collisione”, un primo disco si spostava dal centro dello schermo verso sinistra, ed era seguito da un secondo disco che si muoveva dal centro verso destra. In entrambe le condizioni, il movimento del primo disco era guidato dal computer (prova passiva) o dal partecipante (prova attiva). Utilizzando la procedura basata sulla stima di un intervallo per misurare i riferimenti soggettivi sulla percezione della causalità e dell'effetto del *binding* intenzionale, Cravo e colleghi (2009) hanno trovato che la causalità era percepita più intensamente nelle condizioni di collisione rispetto a quelle di non-collisione. Tuttavia, l'effetto del *binding* veniva rilevato solo quando il movimento era eseguito attivamente dai soggetti.

³⁷⁶ Questo sarebbe anche confermato da uno studio più recente di Cravo e colleghi (2011), che hanno utilizzato un nuovo metodo basato sulla sincronia percepita per una conseguenza uditiva di un'azione (un suono) e per un riferimento visivo (un *flash* luminoso). In questo paradigma, il *binding* intenzionale emerge nelle circostanze in cui i partecipanti generano “giudizi di sincronicità” quando i riferimenti visivi si verificano *prima* della conseguenza uditiva di un movimento (in altre parole, quando i soggetti percepiscono lo stimolo uditivo come sincrono rispetto al *flash*, il quale è stato però presentato precedentemente).

binding intenzionale³⁷⁷. Centrale all'apprendimento associativo è il ruolo della sorpresa o dell'errore nella previsione degli effetti dell'azione³⁷⁸. Infatti, i processi di apprendimento si verificano solo quando il risultato è inaspettato: se l'esito è già completamente previsto, non si verificherà nessun nuovo processo di apprendimento.

L'associazione tra azione ed esito può essere studiata in diverse condizioni di "sorpresa". Possiamo immaginare che, in una fase preliminare, siamo chiamati a premere liberamente un tasto destro o sinistro, il quale causa la comparsa di un determinato *flash* colorato sullo schermo del computer. Dopo aver appreso l'associazione azione-colore stabilita dai ricercatori, dovremo poi completare una diversa fase, in cui la pressione del tasto destro e sinistro causerà un effetto composito, costituito da un determinato *flash* colorato e, insieme, da un determinato suono. Nelle condizioni di scarsa "sorpresa", il *flash* risultante sarà lo stesso di quello che abbiamo incontrato durante la fase preliminare (solo il suono era nuovo). Nelle condizioni di elevata "sorpresa", invece, il *flash* presentato sarà inedito, così come il suono. Il *binding* intenzionale sarà misurato anche in una fase ulteriore, in cui, premendo il tasto di destra o quello di sinistra, vedremo comparire solo i suoni dalla precedente sessione.

I risultati mostrano che il *binding* incrementa quando l'associazione azione-suono viene appresa sotto le condizioni di sorpresa, coerentemente con quanto affermano le teorie dell'apprendimento associativo³⁷⁹, suggerendo, ancora una volta, che la causalità è un fattore importante nel *binding* intenzionale. Tuttavia, contrariamente ad alcune suggestioni che potrebbero sorgere da tali risultati, questi dati non indicano che la causalità sia un fattore *sufficiente* per il darsi del *binding*, anche se si tratta di un fattore fondamentale e probabilmente necessario. Inoltre, l'acquisizione di questa conoscenza causale può procedere (almeno in parte) a titolo di meccanismi di apprendimento associativo relativamente semplici. È dunque possibile

³⁷⁷ Nonostante la riconosciuta importanza dell'apprendimento nella sensazione di agire, pochi studi hanno considerato la *natura* di questo apprendere. A questo proposito si veda Moore *et al.* (2011), concentratosi sul possibile ruolo dei meccanismi di apprendimento associativo per la consapevolezza temporale dell'azione.

³⁷⁸ Cfr. Mackintosh (1975).

³⁷⁹ Cfr. Moore *et al.* (2011).

concludere che i contributi motori per il *binding* intenzionale (e per la sensazione di agire in generale) sono incorporati in un più ampio sistema cognitivo, che prende in considerazione la struttura causale dell'ambiente.

Come è noto, i “mezzi” che utilizziamo nella vita ordinaria sono tali in quanto ce ne serviamo al fine di adempiere scopi determinati. Si tratta di un'esperienza in cui ciò che oggettiviamo è invero lo scopo, e mai, perlomeno nell'esperienza pratica immediata, i mezzi per perseguirlo. In altre parole, non tematizziamo mai gli strumenti pratici in quanto “mezzi”, ma ce ne “serviamo” in quanto essi ci rendono abili ad effettuare operazioni pratiche orientate ad uno scopo. Si può anche dire che, quando ciò si verifica, i mezzi sono coerenti, o conformi, con il mondo in cui si trovano. Ora, cosa succede quando il mezzo non è più utilizzabile (ad esempio, quando uno strumento si rompe)?

Nella situazione in cui, ad esempio, non possiamo mandare un messaggio alla nostra amica perché ... il telefono si è rotto, siamo indotti a prendere in mano lo strumento (il telefono) e, osservandolo, ci rendiamo finalmente conto di ciò esso che ci *consentiva di fare* (al passato). In tal modo, esso viene tematizzato nella coscienza e, con ciò, smette di essere mezzo *insaputo* di un fare pratico, e diventa tema esplicito di un atto di conoscenza. È dunque la “sorpresa” (l'apparire inaspettato di qualcosa) che, rendendoci accorti dell'inutilizzabilità del mezzo, ci rende al tempo stesso consapevoli della sua funzione, ossia della natura per cui è stato costruito. Qualcosa che prima trascuravamo, privilegiando il “qualcos'altro” rappresentato dallo scopo, ci appare ora davanti come tale, ossia come mezzo, la cui natura potrebbe essere identificata, almeno parzialmente, con la mera funzione di consentirci di giungere allo scopo. Dove prima la presenza del mezzo era qualcosa che “davamo per scontato”, ora la sua presenza attira primariamente la nostra attenzione proprio in quanto la sua natura viene meno, ossia proprio in quanto si manifesta come “mancante di funzionalità”.

Cosa rimane del mezzo, posto che esso sia ora inutilizzabile? Da tale processo, sorge un nuovo processo di conoscenza, in cui tematizziamo la “cosa” in quanto tale, in quanto cioè il suo essere “fuori posto” si scontra coi nostri bisogni quotidiani. Nella sorpresa, la natura del mezzo ci si rivela in tutta la sua funzionalità in quanto qualcosa che “non c'è più” ma che ancora appartiene, come potenzialità, allo strumento. Questo mutamento di sguardo è proprio ciò che ci rende

accorti di ciò che prima passava sotto ai nostri occhi senza che ce ne accorgessimo. In questo “prendere coscienza” del mezzo in quanto tale, noi procediamo ad ampliare, assieme alla consapevolezza, anche la nostra conoscenza del mondo in cui ci troviamo. Viceversa, finché il mondo non ci sorprende, non possiamo dire di conoscerlo.

Si noterà la stretta affinità tra questa argomentazione di origine heideggeriana e l’opinione di alcuni dei neuroscienziati odierni, i quali si sono concentrati nel carattere della “sorpresa” come fattore cruciale del “venire a conoscere” qualcosa, in una parola: dell’apprendimento³⁸⁰.

³⁸⁰ Moore e colleghi (2009) hanno studiato la rilevanza dell’apprendimento della circostanzialità per il *binding* intenzionale, utilizzando il metodo di Libet per misurare l’impatto dell’azione sull’effetto associativo. Manipolando le probabilità del verificarsi del risultato di un’azione similmente a Moore e Haggard (2008), i ricercatori hanno però introdotto un cambiamento metodologico cruciale: in ogni prova, i partecipanti avevano a disposizione la scelta se premere il tasto o se astenersi. Con ciò, si riusciva dunque a manipolare facilmente la probabilità del risultato sensoriale anche in assenza della pressione del tasto (quando i soggetti sceglievano di trattenere l’azione), circoscrivendo così la relazione di circostanzialità tra l’azione e il suo esito in condizioni inedite. Buehner & Humphreys (2009) hanno dimostrato l’importanza della circostanzialità nel *binding* intenzionale utilizzando anch’essi un nuovo paradigma sperimentale. Nella condizione di “non-causalità”, i partecipanti venivano inizialmente esposti ad una successione di due suoni (t1 e t2), apprendendo così che t2 *non* era *circostanziale* rispetto all’azione, bensì solamente al primo suono. In una condizione di “causalità”, invece, i partecipanti dovevano premere un tasto che provocava un suono (t2), e imparavano così che t2 era *circostanziale* sull’azione. Successivamente, ai partecipanti veniva presentata un’ulteriore successione di suoni (t1 e t2), e dovevano sincronizzare la pressione di un tasto con la comparsa di t1. In tal modo, nella condizione non causale, t2 era *circostanziale* su t1, mentre nella condizione causale t2 era *circostanziale* sull’azione. In un *test* finale, i partecipanti erano incaricati di sincronizzare la pressione di un tasto non solo con t1 (come nella prova precedente), ma di sincronizzare la pressione di un secondo tasto con t2. Per valutare i tassi temporali del *binding*, i ricercatori hanno misurato i *timing* relativi alla pressione dei tasti in corrispondenza di t1 e t2. Usando questo nuovo metodo di misurazione temporale, essi hanno trovato che, quando i partecipanti erano istruiti nell’apprendimento delle condizioni causali, la misura del *binding* intenzionale era maggiore rispetto a quando apprendevano il processo nelle condizioni non causali. Ciò evidenziava ancora una volta l’importanza del ruolo della circostanzialità nel fenomeno associativo, il quale si verificava soltanto quando i soggetti imparavano che il suono era *circostanziale* sulla pressione del tasto. Sminuendo il ruolo dell’azione volontaria, secondo gli autori questi dati mostrano che la causalità è un principio guida del *binding* intenzionale.

L'apprendimento, secondo questi studiosi, avviene proprio quando emerge nel mondo qualcosa di inaspettato, ossia qualcosa che non coincide con le aspettative del cervello: “[s]olo il ‘colpirci’ (*Auffallen*) di una mancanza (*Vermissten*) ci fa avvertire l’importanza della presenza, della disponibilità”³⁸¹.

Anche i giudizi temporali sono influenzati dal modo in cui l’esito di un evento viola le aspettative temporali della soggettività. L’essere orientati al futuro, nel mondo pratico, dà luogo ad atteggiamenti anticipatori e sembra verificarsi in presenza di eventi temporali altamente coerenti. I giudizi temporali sono dunque influenzati dal modo in cui l’esito di un evento conferma o meno le aspettative temporali generate dal sistema nervoso³⁸². È ormai consolidata l’idea che l’associazione temporale tra l’azione e le sue conseguenze – associazione influenzata dai rapporti di causalità, contiguità e circostanzialità tra i due eventi – sia parimenti affetta dall’apprendimento.

Posta l’influenza che il bagaglio conoscitivo trascorso esercita sulla sensazione di eseguire un’azione, la consapevolezza del proprio agire si genera in misura più intensa quando le condizioni di tale conoscenza sono particolarmente felici, e cioè quando la “sorpresa” fa sì che la scontatezza del decorso sensomotorio dell’azione e delle sue conseguenze sensoriali si dispieghi in una serie di eventi che la portano alla luce. Quando “qualcosa va storto”, e gli eventi smettono di corrispondere alle aspettative soggettive, la valenza di queste ultime emerge a coscienza, facendolo nella forma della “sorpresa” (o del disappunto): “la sorpresa mi rivela che avevo un’aspettativa, di cui non avrei saputo nulla se tutto fosse andato liscio”³⁸³.

³⁸¹ Caputo (2001), p.188. Cfr. anche Heidegger (2006), § 16 (pp. 95-100).

³⁸² Nello studio di Moore e colleghi (2011), come abbiamo visto, il *binding* intenzionale incrementa quando l’associazione tra azione e risultato viene appresa sotto condizioni di “sorpresa”.

³⁸³ Zhok (2009), p. 17. Nel corso di alcuni studi sulle decisioni basate sul valore delle azioni “[è] stato identificato il substrato neurobiologico che determina il passaggio da un’azione flessibile, generalmente cosciente e adattata a differenti aspetti del contesto e del risultato (*action-outcome association*), ad un’azione automatica, stereotipata e dipendente dallo stimolo (*stimulus-response*, *S-R association*, o *habit*, preconsa o inconscia”: cfr. Zoli (2008), p. 207. L’automatizzazione (e la perdita di consapevolezza) conseguente alla ripetizione di un’azione va infatti di pari passo con uno spostamento dell’attività neurale dai circuiti ventrali e mediali a

5.4. Modulazione inconscia dell'esperienza cosciente del controllo volontario

La percezione degli eventi come eventi auto-causati (ossia causati da un'azione propria) emerge nel confronto tra effetti attuali dell'azione e quelli meramente anticipati: “se la rappresentazione di un evento che segue un'azione è attivata prima dell'azione, l'evento è esperito come causato dall'azione propria, mentre invece, in caso di disaccordo, [l'evento] sarà attribuito ad una causa esterna invece che a se medesimi”³⁸⁴. Possiamo arrivare ad attribuirci anche azioni del tutto incontrollabili, se solo gli eventi sensoriali sono presentati in seguito ad azioni premeditate e dopo che una rappresentazione appropriata dello stimolo sia artificialmente attivata appena prima di ciascuna azione. Vi sono infatti evidenze che attestano come “l'esperienza cosciente del controllo sia modulata da anticipazioni inconsce degli effetti dell'azione”³⁸⁵.

Questo non dimostra tuttavia che la volontà cosciente è un'illusione. Al contrario, “i processi cognitivi soggiacenti all'esperienza del controllo volontario (in particolare, la previsione degli effetti dell'azione e il confronto tra conseguenze previste e attuali di un'azione propria) costituiscono meccanismi altamente adattativi, che normalmente ci forniscono valide informazioni circa la questione se un

quelli dorsali e laterali dello striato. I *loop* cortico-striatali (costituiti dallo striato e dalle regioni ad esso connesse) sono organizzati in serie, vale a dire il *loop* di ciascuno stadio conduce all'attivazione del *loop* successivo nella stessa serie; questo, a sua volta, attiverà il *loop* seguente, e così via. Con la ripetizione di una medesima azione, l'attivazione si sposta progressivamente dai *loop* più vicini all'area *ventrale* (azioni flessibili) a quelli più prossimi alla regione *dorsale* (azioni automatiche). I comportamenti automatici orientati a un obiettivo sono altrettanto complessi di quelli flessibili e controllati consapevolmente, ma agiscono molto più rapidamente, e sono inoltre alla base non solo delle comuni forme di apprendimento manuale, ma anche delle espressioni più complesse del pensare e dell'operare artistico. L'identificazione dei circuiti coinvolti nei processi di valutazione decisionale ha dunque consentito di comprendere che tali circuiti sono gli anelli di una catena causale che conduce alle decisioni coscienti, e che essi sono inoltre *predittivi* rispetto al comportamento.

³⁸⁴ Linser & Goschke (2007), p. 459.

³⁸⁵ Ivi, p. 459.

evento sia causato da azioni proprie o da qualche forza esterna”³⁸⁶. In effetti, sarebbe innaturale pensare che il meccanismo attraverso cui l’individuo riferisce a sé e alla propria azione gli effetti sensoriali della stessa si sia evoluto “ingannando” l’organismo sulla paternità delle sue azioni in modo così sistematico e costante. Viceversa, la funzionalità dei processi evolutivi ci fa pensare che giudichiamo correttamente, in un modo in parte appreso a partire dall’esperienza, se le conseguenze delle nostre azioni siano causate da noi o appaiano semplicemente tali.

6. Effetti *top-down* e *binding* intenzionale

Nelle sezioni precedenti abbiamo messo in evidenza il ruolo dei processi predittivi e retrospettivi nella produzione del *binding* intenzionale e per la sensazione di agire. Abbiamo anche considerato la relazione tra intenzionalità e causalità nel *binding* intenzionale. In particolare, abbiamo anche evidenziato il ruolo svolto dall’apprendimento in tale processo associativo, il quale si traduce in aspettative e previsioni riguardanti il risultato dell’azione: “[l]e aspettative possono essere considerate come conoscenze *top-down*”³⁸⁷ acquisite attraverso esperienze precedenti, in cui si forma l’esperienza del sé e dell’ambiente.

Dal punto di vista metodologico, l’indagine neuroscientifica sembra muoversi oggi secondo due principali direttrici, che privilegiano rispettivamente il tipo di elaborazione “*top-down*” (letteralmente: “dall’alto verso il basso”) o i processi “*bottom-up*” (“dal basso verso l’alto”). Da un lato, la maggior parte dei neuroscienziati tende ad indagare le funzioni cerebrali seguendo quest’ultimo approccio: seguendo un paradigma di tipo *bottom-up*, essi tendono a partire da problemi specifici riguardanti la percezione olfattiva, uditiva, visiva, e così via, per risalire, di qui, alle dinamiche più generali che coinvolgono l’attività del cervello nella sua globalità. Dall’altro, vi sono studiosi (minoritari, e tuttavia di elevato rilievo) che procedono invece secondo un approccio di tipo *top-down*: a partire da una concezione globale delle dinamiche cerebrali, essi tentano di rendere conto delle attività

³⁸⁶ Ivi, p. 473.

³⁸⁷ Moore & Fletcher (2012), p. 553.

specifiche in cui si concreta il rapporto conoscitivo e pratico del soggetto al mondo.

Ciò che l'apparato neurale soggiacente alle nostre funzioni cognitive ci consente di osservare non è altro che una serie di configurazioni spaziali di attività neurale, che sono ben lontane dalla ricchezza ed inesauribilità dell'immagine complessa che la coscienza ci presenta dell'ambiente circostante. Molti neuroscienziati ammettono infatti come sia circondato di mistero il modo in cui, a partire da configurazioni osservabili di attività neurale, perveniamo ad una rappresentazione cosciente del mondo estremamente integrata e connessa. Per affrontare il ruolo più generale dei processi di tipo *top-down*, parecchi studi hanno specificamente cercato di indagare l'influenza delle credenze (*beliefs*) sull'associazione intenzionale. L'approccio "dal basso verso l'alto" non può infatti andare oltre l'attestazione *che* vi è effettivamente, nel soggetto, un'attività cerebrale definita nei limiti entro i quali i risultati sperimentali ci consentono di conoscerla; ciò, tuttavia, ci dice ben poco su *come* tale attività sia *possibile*.

6.1. L'influenza delle "credenze causali" nel binding e i processi *top-down* nell'inibizione dell'azione volontaria

Qual è il rapporto tra le credenze circostanziali intorno alla causalità dell'azione e il *binding* intenzionale? Una "credenza causale" del tipo "io sarò responsabile della produzione di un suono" aumenta la misura del *binding*, il quale è nettamente superiore rispetto alle condizioni in cui crediamo che un'altra persona sia responsabile dell'evento sensoriale³⁸⁸, anche quando l'azione è sempre causata da noi stessi³⁸⁹. Posto ciò, sembra di dover concludere che credenze di tipo

³⁸⁸ Desantis, Roussel e Waszak (2001) inducevano i partecipanti a credere che o la loro azione, o quella di un partner, o una causa ambigua fossero responsabili della produzione di un suono.

³⁸⁹ Nell'esperimento, l'azione del partecipante causava sempre il suono, mentre solo la sua convinzione soggettiva veniva manipolata attraverso un segnale preliminare al movimento, il quale indicava se ad essere responsabile del suono sarebbe stato il soggetto stesso, il suo partner, o uno dei due. I risultati sembrano anche confermare le ipotesi che vedono agire nel *binding* meccanismi predittivi, coinvolti nella previsione delle conseguenze sensoriali delle azioni autoprodotte.

causale “di alto livello” possano influire direttamente sui processi sensomotori “di basso livello” che mediano il processo associativo.

Relativamente al legame tra la sensazione di agire e il *binding* intenzionale, vi sono almeno tre fonti di informazione che contribuiscono all’associazione: (1) le *credenze* di alto livello relative al contesto, (2) il funzionamento dei modelli interni coinvolti nella *previsione* dei risultati dell’azione, e (3) le informazioni disponibili *dopo* che l’azione ha avuto inizio. Ciò che rimane da indagare è esattamente quale tipo di credenze di alto livello e di informazioni post- o predittive modulino il *binding* e, cosa più importante, come, esattamente, il *binding* emerga dalle tre fonti di informazioni descritte”³⁹⁰.

Potrebbe infatti darsi il caso che esista un processo in grado di integrare le fonti delle informazioni disponibili, nonché di tener conto dell’azione e dell’esperienza motoria³⁹¹. Ad ogni modo, “l’inibizione volontaria di un’azione è un processo *top-down* in cui una decisione di ‘alto livello’ deve essere presa in modo da trattenere l’azione pianificata”³⁹². Sembra dunque vigere, nella soggettività, un meccanismo per cui l’inibizione endogena di un’azione dà luogo ad un’aspettativa, in base a cui l’effetto dell’azione non dovrebbe verificarsi (e, aggiungerei, in base a cui esso debba perciò essere soggettivamente *respinto nel tempo* dall’azione propria).

6.2. Come può l’azione volontaria modulare la percezione del tempo?

³⁹⁰ Moore & Fletcher (2012), p. 554.

³⁹¹ In un altro studio sulla modulazione *top-down* nel *binding*, Haggard e colleghi (2009) hanno applicato l’ormai noto paradigma utilizzato in quest’ambito, declinato bensì in due diversi scenari: nel primo, un’azione intenzionale era seguita da un suono; nel secondo, un’azione intenzionale veniva annullata in modo endogeno, e tuttavia il suono veniva comunque presentato, sebbene non sempre in relazione all’azione originariamente prevista. Replicando in ciò i risultati originari degli studi sul *binding*, nel caso di azioni intenzionali seguite dal suono, il principale risultato inedito consisteva in uno spostamento del suono all’indietro nel tempo; si osservava inoltre una tendenza a spostare l’inizio percepito per il suono in avanti nel tempo, allontanandolo dall’azione, quando questa veniva inibita (e quando il suono veniva comunque presentato).

³⁹² Moore & Fletcher (2012), p. 554.

Nonostante sia chiaro, dagli studi esaminati finora, che il *binding* intenzionale è un fenomeno essenziale alla percezione della volontarietà di un'azione, rimane comunque problematica la questione fondamentale del *perché* e del *come* esattamente un'azione volontaria possa *modulare il tempo della percezione*³⁹³. Da un lato, l'effetto potrebbe essere dovuto ai cambiamenti nel ritmo di un orologio interno, i cui meccanismi sono già stati accennati sopra. In questa prospettiva, il *binding* intenzionale sarebbe semplicemente il risultato di un rallentamento del numero di “pulsazioni” di tale meccanismo.

All'interno della vasta classe di spiegazioni che fanno riferimento a tale marchingegno soggettivo, alcuni ritengono che il *binding* coinvolga un cambiamento costante del tasso dell'orologio durante il compimento dell'azione, altri sostengono che esso implichi un cambiamento meramente transitorio della frequenza dell'orologio, questa volta dopo che l'azione è terminata. D'altro canto, l'effetto potrebbe essere dovuto ad un “ricalibramento” dei tempi percepiti per l'insorgenza degli eventi sensoriali, in virtù del quale, ad esempio, i suoni subirebbero uno spostamento nel tempo in modo da conservare le condizioni per la costanza percettiva, per le relazioni causali attese o per il senso abituale dell'agire.

Queste due grandi classi di meccanismi ipotetici prevedono entrambe un effetto di *binding* intenzionale più cospicuo per azioni volontarie che per azioni passive, ma prevedono risultati differenti per quanto riguarda la discriminazione temporale di due eventi sensoriali che si verificano entro l'intervallo tra l'azione e il suo risultato sensoriale. Nessuna differenza è invece prevista per il meccanismo di ricalibramento nella discriminazione temporale di movimenti attivi e passivi, mentre, come abbiamo visto, tale discriminazione è diversa per i due tipi d'atto motorio nel meccanismo basato sull'orologio interno³⁹⁴.

³⁹³ Nel tentativo di affrontare questa questione, come abbiamo visto, Wenke e Haggard (2009) hanno portato a termine una ricerca teorica, in cui hanno messo a confronto due grandi classi di spiegazioni possibili per il *binding* intenzionale.

³⁹⁴ Come si ricorderà, il contributo di Wenke e Haggard (2009) consiste nell'aver mostrato che né il ricalibramento temporale degli eventi sensoriali, né un costante rallentamento della frequenza dell'orologio durante l'intervallo compreso tra l'azione e l'effetto spiegano esaurientemente l'effetto del *binding* intenzionale. Piuttosto, i ricercatori hanno dato sostegno all'idea secondo cui il tasso di cicli dell'orologio rallenta transitoriamente e per un breve intervallo di tempo subito dopo l'azione volontaria, per poi accelerare nuovamente in modo da

Nonostante la grande rilevanza e sensatezza di questo approccio sperimentale, si deve ricordare che i mutamenti del tasso dell'orologio interno rappresentano solo un meccanismo mediante il quale un'azione volontaria potrebbe modulare la percezione del tempo, e che questo risultato iniziale va dunque accolto con cautela. Ad esempio, il *binding* intenzionale sembra verificarsi a causa di un meccanismo di ricalibramento anche in assenza della previsione sensomotoria sugli effetti dell'azione³⁹⁵. Inoltre, come abbiamo visto, in seguito all'adattamento ad un ritardo fisso tra l'azione e il suo risultato, gli stimoli presentati *dopo* l'azione sono percepiti nella coscienza addirittura come se la *precedessero*³⁹⁶: tale percezione "illusoria" fornirebbe la prova che il ricalibramento sensomotorio è dunque possibile. In definitiva, sembra "che il *binding* intenzionale possa essere influenzato (e presumibilmente mediato) da una serie di fattori, e che la sua natura esatta sia, in ogni condizione data, probabilmente una funzione delle esigenze di attività specifiche e del contesto ambientale predominante"³⁹⁷.

Il *binding* intenzionale potrebbe anche rappresentare una misura implicita della sensazione di agire, la quale consiste tuttavia in un insieme di processi dalla natura sfaccettata, che si costituiscono in una molteplicità di livelli. Ad esempio, la sensazione esplicita, ossia riflessiva (*reflective*) dell'agire va distinta da quella di basso livello e pre-riflessiva (*pre-reflective*). Sebbene, nella letteratura che ho esplorato finora, non vengano forniti ulteriori dettagli al riguardo, credo che per "sensazione esplicita dell'agire" vada qui intesa la consapevolezza di sé in quanto agenti in atto, mentre per sensazione "di basso livello, cioè pre-riflessiva", ci si debba riferire più propriamente alla "sensazione" inconscia (ad esempio, propriocettiva) dell'azione stessa. Ad oggi, non è chiaro se il meccanismo del *binding* e la sensazione esplicita dell'agire

compensare il ritardo. Questo ha trovato conferma nel fatto che le soglie di discriminazione temporale sono maggiori per movimenti attivi che per movimenti passivi solo quando gli stimoli sono presentati *immediatamente dopo* un'azione volontaria, e non quando gli stimoli compaiono più tardi nell'intervallo tra azione ed effetto. Questo confermerebbe il transitorio rallentamento dell'orologio interno, a sfavore dell'ipotesi fondata sul ricalibramento del tempo percepito per gli eventi sensoriali.

³⁹⁵ Cfr. Moore & Haggard (2008).

³⁹⁶ Cfr. Stetson *et al.* (2006).

³⁹⁷ Moore & Fletcher (2012), p. 558.

siano mediati da meccanismi comuni, o perlomeno separabili, o se simili aree cerebrali siano coinvolte in forme di elaborazione più profonde.

7. Conclusioni

7.1. Considerazioni finali ed orientamenti futuri

Dalla moltitudine di risultati ottenuti recentemente sull'effetto del *binding* in relazione alla sensazione di agire, all'attenzione, alla contiguità, alla circostanzialità e alle credenze relative alla relazione di causalità tra l'atto e i suoi effetti sembra di poter concludere che l'interesse nei confronti di questo meccanismo associativo soggettivo e, più in generale, verso l'agire *tout court* è in continua crescita, e ci lascia con la speranza che, nel futuro prossimo, vengano sviluppate intuizioni sempre più profonde al riguardo. Nonostante i progressi ottenuti in quest'ambito di ricerche siano certo notevoli, va parimenti notato che una comprensione completa del *binding*, in particolare del suo rapporto con la sensazione di agire, è lungi dall'aver raccolto elementi sufficienti per una spiegazione completa.

Sono diverse le fonti informazionali che esercitano sul *binding* effetti non trascurabili: il *feedback* sensoriale, le aspettative sul risultato dell'azione, le credenze causale, e così via. Si tratta di variabili che modulano in modo sostanziale l'entità dell'effetto associativo, e che sembrano dipendere anche dalle caratteristiche della relazione che l'agente medesimo intrattiene con il compito da effettuare. V'è un'ampia gamma di elementi, quali l'informazione motoria efferente, l'informazione propriocettiva e le conseguenze anche sociali dell'azione che potrebbero parimenti contribuire alla generazione della sensazione di agire. Sembra infine che l'influenza di tali fattori dipenda anche dalla loro affidabilità, come le ricerche statistiche al riguardo sembrano confermare.

Al di là di tutti i fattori connessi all'effetto associativo, sembra che la presenza dell'informazione efferente sia centrale per la manifestazione del *binding* intenzionale: quando, infatti, tale informazione non è presente, come nelle condizioni in cui si esegue un movimento passivo, o quando si osserva l'azione di altri individui, l'effetto diminuisce o scompare del tutto. Si ritiene che il ruolo chiave

dell'informazione efferente, nonché quello, non meno importante, dell'aspettativa basata su tale informazione, possano essere comunque considerati i pilastri teorici nella spiegazione della relazione tra il *binding* e la sensazione di agire. Rimangono tuttavia alcune eccezioni, la presenza delle quali ha motivato, almeno in parte, lo sviluppo di modelli che integrano i diversi fattori all'opera nel fenomeno del *binding*³⁹⁸.

In contrasto con il ruolo apparentemente determinante dell'informazione efferente, del *feedback* sensoriale e delle credenze causali nel *binding* intenzionale, “ciò che è molto meno chiaro nei lavori svolti finora è esattamente in che cosa consista in realtà il rapporto tra il *binding* intenzionale e la sensazione esplicita dell'agire”³⁹⁹. Da un lato, ci sono stati studi che hanno dimostrato la co-occorrenza tra i due eventi, i quali, d'altra parte, hanno talora mostrato di essere dissociati. Le questioni che sorgono da queste difficoltà sono molteplici. In primo luogo, è davvero possibile fornire una convalida certa dell'esistenza di una misura esplicita o implicita del senso dell'agire? Inoltre, quali sono le condizioni che devono essere soddisfatte per poter dire con certezza che il *binding* intenzionale implica un senso riflessivo dell'agire? Infine, qual è esattamente il rapporto tra la sensazione implicita dell'azione e quella esplicita, ovvero riflettente?

Una spiegazione soddisfacente dovrà rendere conto del perché talora i due effetti co-occorrano, e talaltra siano dissociati. Infine, occorrerà chiarificare ulteriormente le basi neurali cui il *binding* è correlato. Alcuni studi pionieristici hanno introdotto nella spiegazione processi di natura oscillatoria che, nel cervello, sarebbero responsabili dell'integrazione cognitiva nella percezione e nel mondo all'agire: in particolare, si ritiene che l'integrazione sia frutto di una “sincronizzazione temporale”⁴⁰⁰ delle attività neurali, in cui le oscillazioni neurali sottenderebbero l'effetto del *binding*. Sarà questo il tema principale del prossimo capitolo.

³⁹⁸ Una di queste eccezioni, ad esempio, è la circostanza per cui, pur in assenza di informazioni efferenti, un'azione comune o collettiva (*joint action*) esibisce effetti di *binding*. Questo, tra l'altro, ha sollevato la questione della potenziale presenza di un “noi” collettivo, il quale agirebbe come un unico individuo.

³⁹⁹ Moore & Fletcher (2012), p. 559.

⁴⁰⁰ Cfr. Engel *et al.* (2001).

7.2. Soggettività come intenzionalità

Uno dei fatti più interessanti che i risultati neuroscientifici odierni potrebbero confermare è una caratterizzazione del cervello come qualcosa che manifesta la medesima struttura della coscienza: l'intenzionalità. Anzitutto, proprio come la coscienza, il cervello si riferisce sempre agli oggetti dell'esperienza e mai a se stesso; inoltre, agendo già da sempre "in-vista-di" un determinato evento (in questo caso, dell'azione voluta), il cervello porterebbe la sua stessa struttura intenzionale non solo al di là di sé, nell'azione, ma anche al di là di questa, ritornando poi su di sé e modificandosi in base alle sue conseguenze. Tale modificarsi non si riferisce a un processo concluso su se stesso, ma all'atto di divenire altro-da-sé nell'incontro con ciò che è nel-mondo. In questo ritorno a sé, dopo aver attraversato l'esteriorità, il cervello si modifica raccogliendo gli elementi dell'esteriorità e facendoli *snoi*. In altri termini, il modificarsi non è un mero riferirsi-a-sé, ma un riferirsi a sé come risultato del riferirsi ad altro, che è la struttura fondamentale del cervello.

Si avrebbe così un circolo in cui il soggetto agisce nel mondo modificandosi in base agli esiti delle azioni che egli stesso ha generato, e così via all'infinito, in un continuo scambio individuo-ambiente. Si potrebbe scandire logicamente questo movimento fenomenologicamente unitario nei seguenti passaggi: l'individuo, che ha coscienza di essere l'autore intenzionale di un atto, trapasserebbe in altro da sé nel momento in cui, agendo, estrinseca la propria intenzione (la cui essenza è anzi proprio questo movimento); una volta portato a compimento, l'atto modificherebbe a sua volta, attraverso le sue conseguenze, la coscienza soggettiva dell'intenzione.

Se tale movimento di pensiero ci permette di collocare gli stimoli nel loro tempo *reale*, ciò accade perché il cervello trascura i tempi di cui il soggetto necessita per elaborarli: "è come se il cervello fosse 'inconsciamente autocosciente', e cioè *avvertito* del tempo impiegato nella trasmissione ed elaborazione dello stimolo fino al sorgere della coscienza, così che all'interno di un unico *campo di durata* che ha i caratteri del *presente* il cervello *discrimina* la coscienza *dello* stimolo dai tempi necessari alla *propria presa di coscienza* di esso"⁴⁰¹. Insomma, il cervello "terrebbe conto" del proprio tempo di elaborazione dello

⁴⁰¹ Brena (2009), p. 78.

stimolo (o dell'azione, in generale), sottraendolo poi alla coscienza della loro collocazione temporale esatta. Questo “tener conto” non può accadere a sua volta nel tempo, pena il dover ammettere un ulteriore ritardo dovuto a tale operazione, e poi un altro ritardo per recuperare il tempo perduto, e poi un altro, e così via, all'infinito, il che non consentirebbe mai al soggetto di collocare la consapevolezza dell'intenzione nell'istante del suo apparire nel tempo. Si tratta di un “fenomeno di forma” esemplificato da una metafora tanto bella quanto efficace: “nelle forme temporali l'unità di senso si costituisce solo a partire dalla fine, come quella di una melodia la cui ultima nota sigilla l'unità melodica”⁴⁰². Ma, appunto, tale unità è il decorso stesso della melodia, e il suo *sensu* complessivo non abbisogna di un'ulteriore durata per costituirsi, ma è colto *insieme* all'ultima nota, che *sigilla* atemporalmente l'unità di ciò che precede.

Così, proprio come la retrodatazione, anche l'intenzionalità ha la caratteristica di invertire apparentemente la freccia temporale e il rapporto tra causa ed effetto consolidati presso il senso comune. Tuttavia, lungi dal destituire queste ipotesi dal loro ruolo “scientifico” nella comprensione della soggettività, si dovrebbe anzi riconoscere in esse la riprova più convincente del potere costituente del soggetto sul tempo, il quale mostra di obbedire ai modi, talora assai sorprendenti, attraverso cui il soggetto rende propria l'esteriorità e in-forma di sé le cose.

7.3. Binding e intenzionalità. Tempo e senso

La trattazione del *binding* temporale ha messo in luce anzitutto la *relazionalità* propria del tempo percepito per l'azione intenzionale. Anche le sensazioni più semplici e assai meno complesse della “sensazione di agire” vertono su relazioni più che su entità assolute. La stima temporale dell'azione riguarda sempre la durata che trascorre *tra* l'azione e le sue conseguenze sensoriali. In tal senso, si potrebbero chiamare questi due termini i “marcatori pratici” della durata nell'ambito degli atti motori volontari. Ciascun termine è colto sempre *in vista della sua messa in relazione a qualcos'altro* e, in quanto tale, è già portatore di un *sensu*.

⁴⁰² Ivi, p. 79.

In ambito neuroscientifico non v'è esperimento – riguardante le rappresentazioni non solo percettive, ma anche proprie del mondo pratico –, che non implichi in qualche modo un *venire all'atto* del partecipante, si tratti della pressione di un pulsante o dell'*attività* di stimare il tempo *percepito*. Si può dire che la rappresentazione – *ogni* rappresentazione – ha natura squisitamente motoria. Dal punto di vista dell'inconscio, che si estende sulla maggior parte delle funzioni cognitive indagate in laboratorio, le rappresentazioni contenute nei riferimenti soggettivi hanno sempre a che fare con la sfera istintuale e arazionale, la quale soltanto può coadiuvare la messa in atto dell'azione. La sfera dell'inconscio, tuttavia, può essere tematizzata solo in parte e, spesso, solo attraverso una traduzione che ne limita l'espressione intersoggettiva. Sono queste le *distorsioni* di cui parlano i neuroscienziati? Forse. Ad ogni modo, si tratta di indagare il movimento da cui scaturiscono i giudizi soggettivi, attraverso i quali soltanto il tempo dell'orologio può porsi come tempo oggettivo e misura di tutti gli altri tempi.

Cogliere “qualcosa” nel flusso temporale significa sempre coglierlo *rispetto-a* ulteriori “qualcosa”, per stabilire, in sede tanto percettiva quanto pratica, la misura temporale che li separa. Detto altrimenti, ogni atto è, in quanto tale, sempre diretto-a. Il tempo oggettivo è non solo invisibile, ma anche impercettibile attraverso i sensi comuni, ed è assunto solo in quanto termine teorico di confronto col *tempo vissuto*. Non v'è località né staticità nell'azione o nel suono che essa produce, ma sempre e solo un *rimando a* uno scopo che, nel nostro caso, è frutto delle intenzioni dello sperimentatore assunte da parte del partecipante. *Agli occhi dello sperimentatore*, infatti, il tempo dell'azione è già da sempre un *tempo costituito*. Ma cos'è il tempo *prima* di questa costituzione? Non è facile dirlo. Migliaia d'anni di pensiero filosofico sono stati testimoni dell'esistenza di innumerevoli pensatori che vi si sono concentrati, contraddetti, confusi. Di certo, esso non è una proprietà oggettuale, ma una proprietà dell'essere stesso che ciascuno di noi è.

C'è un orizzonte temporale entro cui l'azione è colta e temporizzata. È in questo orizzonte che l'azione smette l'abito della sua indefinitezza e diviene identificabile in un tempo soggettivo-oggettivo (che chiamo così per distinguerlo dal tempo “solo” oggettivo dell'orologio). È in virtù di un movimento coscienziale che io posso

identificare un tempo d'*inizio* per l'azione. Ma l'azione non si *svolge* nell'istante puntuale in cui ne colgo la generazione. L'azione *costituita come temporale* non è qualcosa che si dia come *presente* all'individuo, ma un *modo* attraverso cui l'individuo percepisce se stesso come originariamente *attivo*. Il tempo è un *modo* di *percepire l'azione*. Ma non ne è ancora il modo *precipuo*. Cos'è che sta sotto la temporalità dell'azione, se il tempo non ne è il modo di espressione privilegiato?

Ogni azione è portatrice di *sensu*. C'è un senso in ogni pressione di un pulsante, una motivazione in ogni sguardo verso lo schermo sperimentale, un'intenzionalità in ogni coglimento del *timing* delle conseguenze sensoriali dell'atto motorio. Già in sede percettiva, "il cervello diviene la sede di una 'strutturazione' che interviene ancor prima della tappa corticale e che mescola, sin dalla periferia del sistema nervoso, le relazioni fra lo stimolo e l'organismo"⁴⁰³. Questa "strutturazione" agisce in modo tanto più sistematico nel caso della produzione della coscienza pratica. L'azione possiede una struttura intrinseca in cui il suo *sensu* fa da conduttore e attrae su di sé le intenzioni dell'individuo. Se è così, se, cioè, il tempo sorge quale costruito *secondario* al coglimento del *sensu* dell'azione, non sorprende che, allora, la temporalità dell'azione sia soggetta a siffatte "distorsioni", quali quelle che abbiamo incontrato nei capitoli precedenti e particolarmente in sede di esposizione del problema del *binding* temporale.

Nel caso dell'azione, occorre andare dall'oggetto al corpo, dalla stimolazione all'intenzione. V'è una percezione del corpo proprio ad ogni movimento, ad ogni sensazione, ad ogni stimolazione. All'essere-nel-mondo è costitutiva una *veduta preoggettiva*, in cui l'azione nascente si scopre per essere oggettivata. È in tale *veduta* che il connubio tra lo psichico e il fisico può accadere. È sempre in tale connubio che la semplice reazione automatica *si fa* azione intenzionale. Il corpo è il veicolo di questa condizione originaria dell'umano, dell'essere-nel-mondo come attività in potenza e in atto allo stesso tempo, come potenzialità di agire liberamente e come attività psichica e motoria costante. In laboratorio, la pressione di un pulsante materializza tale intenzionalità, ed è in questa materializzazione che la coscienza interviene, cogliendo le proprietà *temporali* dell'azione. Azione e corpo sono insieme, come insieme sono coscienza e tempo.

⁴⁰³ Merleau-Ponty (1963), p. 123.

La coscienza del corpo è temporale e temporalizzatrice. La temporalità dell'azione è colta dalla coscienza del corpo e della motilità propria. In sede sperimentale, il tasto da premere non è un fattore inessenziale alla coscienza del corpo, ma esso è bensì incluso nella motilità propria come *possibilità d'azione*, che viene realizzata sulla base di un'intenzione preliminare. Posta questa intenzione preliminare, i soggetti *lasciano essere* il movimento e ne colgono le conseguenze sensoriali. È in questo *lasciar essere l'azione* che il carattere *preconscio* della temporalizzazione dell'azione si manifesta in quanto *fondamento* dell'azione stessa.

La coscienza interviene sì sempre *anche* a posteriori, per ridare senso a ciò che è *accaduto*. Ma la coscienza è *anche* già da sempre in uno stato di *attesa attiva* di un'azione possibile. E ciò che accade è, per la soggettività conoscente, sempre un accadere diretto-a, un'intenzionalità non scissa dal suo polo opposto che è il mondo. È sempre in virtù dell'intenzionalità come coscienza-di che un processo organico può sfociare in un *comportamento* squisitamente *umano*.

Vi è uno *schema corporeo* in cui le parti non sono giustapposte, bensì sentite “da dentro” (in una sorta di “enterocezione”) come implicate l'una nell'altra. L'unità del tempo (e dello spazio) dell'azione non sono tali accidentalmente, non provengono dall'oggettività né dalla serie di stimolazioni o di atti provenienti dall'esterno, ma rimandano alla struttura propria della soggettività, in quanto questa veicola la possibilizzazione della stimolazione e dell'azione medesima. Lo schema corporeo non è il risultato delle associazioni che stabilisco nell'esperienza, bensì “una presa di coscienza globale della mia postura nel mondo intersensoriale”⁴⁰⁴. Tale postura non è cosa tra le cose, ma ne è la condizione della presentificazione, integra le cose e le sintetizza in virtù del *senso* che hanno rispetto all'esperienza e alla progettualità individuale. La sua dinamicità consiste nell'atteggiamento rispetto a possibili compiti da effettuare (i *task* degli esperimenti). Che il corpo possieda sempre una “postura” significa che esso non è mai inerte, proprio come il tempo non è mai indifferente alla percezione o all'azione. Il corpo è *forma* perché è già sin dall'inizio polarizzato verso il mondo.

⁴⁰⁴ Ivi, p. 153.

7.4. Il corpo proprio e l'orientamento al mondo

Ora, il corpo proprio è il termine sottinteso in ogni temporizzazione degli eventi, percettivi o relativi all'azione, che costituiscono l'esperienza. Come il corpo, anche lo spazio e il tempo che lo caratterizzano sono sempre *orientati*, scaturiscono di volta in volta dalla prospettiva particolare che l'individuo assume per dare *sensò* all'esperienza. Non appena tentiamo di tematizzare questo tempo e questo spazio ci ritroviamo davanti un tempo e uno spazio *costituiti*. Il tempo costituito non è scisso dal tempo vissuto, ma ne costituisce l'esplicazione oggettiva per la coscienza. È in questo senso che si può dire che il corpo "abita" il tempo, perché non lo subisce, bensì lo assume su di sé ogniqualvolta un movimento lo direziona verso qualcosa di altro-da-sé.

Come hanno mostrato gli esperimenti sulla predittività e la postdittività della coscienza dell'azione, quest'ultima è originariamente sia *prima* di se stessa, nell'intenzione-di, sia *già dopo*, nel proposito particolare di raggiungere un certo scopo. L'intenzione-di precede e segue l'azione in una causalità prismatica, dove il *dopo* è anticipato e il *prima* racchiude in sé le sue conseguenze. Conosco in anticipo la misura della forza che potrò esercitare sulle cose, come so in anticipo che la mia pressione del pulsante causerà *qualche* effetto (se non altro, la presenza di un pulsante *premutò*). Allo stesso modo, conosco lo spazio come insieme dei *manipulanda* e il tempo come campo di limitazione del mio agire qui ed ora.

Come potrebbero i partecipanti dell'esperimento eseguire gli ordini impartiti loro dagli sperimentatori, se gli ordini *verbali* non contenessero già un *significato motorio*, il quale è inscindibile da essi come il corpo è inscindibile dai suoi organi? Lo sperimentatore parla al soggetto dell'esperimento come un soggetto non solo abile al movimento, ma come un essere che ha (ed assume su di sé) il movimento come struttura precipua non separabile dall'atto di ricevere quegli ordini: "tra il movimento come processo in terza persona e il pensiero come rappresentazione del movimento, [vi è] una anticipazione o una apprensione del risultato assicurata dal corpo stesso come potenza motrice, un 'progetto motorio' (*Bewegungsentwurf*), una

‘intenzionalità motoria’ senza i quali la consegna rimane lettera morta”⁴⁰⁵.

La maggior parte dei movimenti può essere portata a coscienza, e su ogni presa di coscienza può innestarsi la *riflessione*. È tale riflessione che genera l'autocoscienza propria dei riferimenti soggettivi. Il movimento individuale possiede sempre una temporalità altrettanto individuale. Se dovessimo aderire al tempo degli orologi, dovremmo limitarci a *pensare* le nostre azioni anziché *agirle*. Dovremmo *costruire* le nostre azioni anziché *viverle*. Nella costruzione, l'azione diviene un'entità astratta, che sovrappone allo spazio fisico uno spazio di virtualità solo *pensata*. Al mondo attuale si sostituirà in tal modo un mondo-fantasma, un non-essere privo di vita, uno sfondo privo di figura.

7.5. L'unità di motilità e percezione

La percezione e il movimento non sono separati, ma si implicano originariamente. La progettualità si basa sulla percezione, come la percezione si basa sul *feedback* motorio. La progettualità *polarizza* il mondo e genera l'intenzionalità dell'azione, di cui il *binding* intenzionale è solo un aspetto empiricamente osservabile. Il mondo non è mai *semplicemente presente*, ma è già costituito e strutturato in quanto polo opposto della coscienza intenzionale. La coscienza coglie il *sensò* che è nel mondo ma che il mondo non mostra di per sé. La coscienza sintetizza gli eventi che si trovano in una molteplicità prima disgregata. Essa dona unità a ciò che esiste come terreno multifaccettato, su cui l'individuo opera atti di *selezione e riunificazione* in ordine alla costituzione di un'esperienza coerente.

La stessa struttura *proiettiva*, che caratterizza la coscienza intenzionale, è propria tanto del mondo percettivo quanto della dimensione pratica. Il comportamento non sta alla percezione come una variabile ad una costante, né si dà il caso opposto. Il comportamento è co-implicato in ogni percezione, così come, in sede sperimentale, ogni percezione di un oggetto sullo schermo implica una pulsione a premere il tasto o meno. Percezione e azione stanno in una unità indecomponibile e tuttavia analizzabile. La scienza ha bisogno di un punto d'appoggio, ed essa trova questo punto d'appoggio nel disporre

⁴⁰⁵ Ivi, p. 165.

dietro al fluire delle sensazioni soggettive una temporalità fissata una volta per tutte, uno sfondo invariante e costante che renda possibile la misura oggettiva dell'esperienza soggettiva.

7.6. Il tempo come “Selbstaffektion”

Il soggetto misura la propria temporalità rendendosi oggetto a se stesso. Ma questo rendersi oggetto a se stesso non è già *tempo*? Se fosse così, allora è ovvio che il movimento attraverso cui la soggettività oggettiva se stessa – movimento che è tempo – *respingerebbe* per così dire l'altro tempo, quello oggettivato, che, in tal modo, non finirebbe mai per coincidervi. Le distorsioni non sono tali perché ci illudiamo sulle cose, ma perché il movimento di oggettivazione di noi stessi non è lo stesso movimento attraverso cui agiamo senza al tempo stesso saperci in quanto agenti. Così, l'*essere* dell'azione è preceduto e fondato dal *sensu* dell'azione, e questo si costituisce nella temporalità propria dell'oggettivarsi da sé della soggettività. Prima di *porre* il mondo, il soggetto *ha* un mondo, è il *suo* mondo.

Prima di costituire la temporalità dell'azione, il soggetto è il tempo dei suoi atti, in quanto questi lo distinguono da ciò su cui agisce. In questa separazione, in questa divaricazione germoglia il tempo. Il tempo raccoglie la sua espressione somma quando il soggetto, anziché obbiettivare le “cose”, obbiettiva se stesso. Il tempo è il soggetto in quanto oggetto di se stesso. L'esplorazione del tempo soggettivo ci ha dunque condotti a rinvenire la sua struttura fondamentale nella soggettività che, obbiettivando se stessa, si modifica. Il tempo è il divario tra il soggetto e se stesso, quando il soggetto si conosce *facendosi* oggetto a se stesso. “L'essenza della coscienza è di darsi uno o più mondi, cioè di far essere *di fronte a se stessa* i propri pensieri come delle cose [...]. La struttura mondo, con il suo duplice momento di sedimentazione e di spontaneità, è al centro della coscienza”⁴⁰⁶.

V'è un *arco intenzionale* che tiene insieme azione e percezione, sensi e intelletto, coscienza e pensiero. L'intenzionalità originaria è la motilità propria, per cui l'”io penso” diviene un “io posso”. L'esistenza del mondo non è percepita più di quanto non sia colta nel suo potenziale orientato alla presa della soggettività. I percetti non sono

⁴⁰⁶ Ivi, p. 185.

raccolti nell'”io penso”, ma colti da un “io posso” (che ci consente di afferrarli, usufruirne, amarli, ecc.). Il movimento non è pensato prima di quanto sia agito, e il tempo e lo spazio non sono forme della percezione più di quanto non lo siano dell'azione empirica.

Il paradigma scientifico viene così capovolto – ma non rifiutato. La coscienza diviene inerente alle cose attraverso il corpo. Io non sono *nello spazio* o *nel tempo*, ma vi *inerisco* col mio corpo. Più che *essere* nello spazio e tempo, il corpo proprio *abita* lo spazio e il tempo⁴⁰⁷. Attraverso il corpo io conosco il mondo preliminarmente alla sua concettualizzazione in categorie e preliminarmente al nome che vi do. Il corpo viene prima di ogni oggettivazione, la dimensione pratica prima di quella rappresentazionale. In sede sperimentale, che la motilità preceda la rappresentazione significa anche che è di nuovo lo *schema corporeo* a traslitterare in senso motorio le istruzioni degli sperimentatori. Prima della rappresentazione di spazio e tempo, vi è il *vivere* lo spazio come ambito di motilità e il *tempo* come durata della nostra presenza al mondo.

Infine, anche l'apprendimento, come abbiamo visto, funziona sulla base della motilità propria in quanto assunzione mediata di conoscenza pratica, in cui l'abitudine diviene una modulazione di questa motilità in ordine al divenire immediato del mediato. Lo spazio non è mai un ambito astratto e neutro, ma circoscrive il terreno della progettualità intenzionale propria di ciascun individuo. La comprensione passa sempre attraverso la coincidenza tra intenzione ed effettuazione. L'avvicinamento temporale delle azioni auto-causate ha *sensu*, e questo senso marca la differenza tra il mondo *proprio* e un mondo *indifferente*. In ogni caso, il corpo è mediatore del mondo, che è tale in quanto è già costituito in tal modo come mondo proprio. Ed è proprio l'esperienza del corpo che ci fa cogliere questo *sensu*: in altre parole, è il cogliimento della motilità propria che marca l'imposizione di senso che l'intenzionalità porta con sé.

⁴⁰⁷ Cfr. *ivi*, p. 194.

CAPITOLO IV.

Il binding problem o il “problema del collegamento”

1. Il binding problem o il “problema del collegamento”

Una delle questioni filosoficamente più rilevanti, nell’odierna ricerca neuroscientifica, è sorta dal tentativo di definire le modalità attraverso cui la struttura del nostro sistema cognitivo ci presenta il mondo dell’esperienza come qualcosa di complessivamente integrato e unitario. La questione può essere formulata in diversi modi, ciascuno dei quali condivide il medesimo nodo problematico: come è possibile che, a partire da processi neurali distinti e relativamente indipendenti, l’immagine del mondo che ci formiamo sia, in ultima analisi, qualcosa di globalmente interconnesso e coerente? Quali sono i meccanismi che consentono al cervello di associare diverse informazioni sensoriali in un unico percolato, se queste sono codificate da un’attività corticale distribuita nel tempo e nello spazio? In altri termini, come è possibile che le informazioni elaborate da diverse modalità sensoriali si integrino, formando un unico percolato? Cosa permette all’elaborazione isolata di una singola proprietà percettiva di riferirsi ad un oggetto piuttosto che ad un altro? Come si coniuga, nell’organismo, la dispersione di punti spaziali e istanti temporali, in cui la recettività raccoglie la serie di stimolazioni, con l’esperienza globale e onnicomprensiva che ne facciamo al livello coscienziale? In breve, come fa il cervello ad operare, di fatto, una “sintesi” della pluralità di *input* in ingresso, generando un’unica esperienza? Queste domande esprimono tutte il cosiddetto problema del *binding* o del “collegamento” (*binding problem*)⁴⁰⁸.

Poiché il primo ad imbattersi nei processi di elaborazione sensoriale è il mondo percettivo, una delle versioni più note e studiate del *binding problem* riguarda la costituzione di entità oggettuali unitarie:

⁴⁰⁸ Il problema del *binding* è anzitutto un problema *teorico-concettuale*, che trova tuttavia le sue basi *psicofisiche* in diverse regioni cerebrali (nelle quali l’informazione viene connessa e integrata), ma che si manifesta già al livello *fisiologico* dell’attività neurale del sistema nervoso.

l'object feature binding si basa appunto su un'opera di collegamento delle proprietà di (o in) un oggetto percettivo. Mentre, dal punto di vista empirico, il collegamento riguarda eminentemente la costituzione unitaria di percetti colti attraverso i sensi, il *binding* mostra tuttavia di presentarsi anche ai livelli superiori dell'elaborazione cognitiva – livelli che non si limitano al coglimento di singole “qualità” oggettuali, ma spaziano fino a raggiungere lo stadio dell'integrazione dell'esperienza *tout court*.

La molteplicità di formulazioni del *binding problem* dipende non solo dalla pervasività che ne caratterizza l'istanziamento nei processi di costituzione dell'esperienza, ma anche dalla pluralità di aspetti in cui esso trova espressione a ciascun livello cognitivo. Il collegamento riguarda non solo la sfera della percezione immediata, inerente a ciascun singolo sistema dell'elaborazione sensoriale; più in generale, esso rimanda ad una facoltà “cognitiva” a pieno titolo, preposta ad innestare il legame tra un percetto e i suoi aspetti *semantici*. Infine, è da considerare anche il collegamento tra diverse modalità sensoriali, e tra queste e il sistema motorio, dove il compito è quello di associare “la rappresentazione sensoriale di un oggetto e i movimenti necessari a raggiungerlo”⁴⁰⁹.

I due tipi di *binding*, percettivo e cognitivo, non sono due processi distinti, se è vero che l'elaborazione percettiva sfocia in ultima analisi nella produzione di *significati*, nonché nell'attivazione *motoria* diretta agli oggetti dell'esperienza. La forma di collegamento forse più interessante – quella preposta all'elaborazione del movimento per mezzo dell'associazione delle posizioni successive di un oggetto nello spazio –, si inquadra a metà strada tra queste due forme, ed è, come vedremo, di tipo squisitamente “temporale”. Qual è il carattere comune ai diversi tipi di *binding*? Se è vero che “la sintesi temporale è una preconditione della sintesi percettiva con le integrazioni semantiche che essa implica”⁴¹⁰, allora a determinare tanto la sintesi percettiva quanto quella cognitiva potrebbe essere proprio il fattore temporale.

Il *binding* percettivo privilegiato negli studi teorici e sperimentali è quello relativo al sistema visivo. Nella sua formulazione originaria⁴¹¹, il *binding* si riferisce infatti alla capacità del cervello di distinguere due

⁴⁰⁹ Ghilardi (2011), p. 192.

⁴¹⁰ Gallagher & Zahavi (2003), p. 123.

⁴¹¹ Cfr. Rosenblatt (1961).

oggetti presenti in una scena visiva, associando in modo corretto le loro rispettive forme e posizioni. Il *binding* visivo coinvolge una molteplicità di processi distribuiti nel tempo e nello spazio, cui corrispondono altrettante modalità di elaborazione delle caratteristiche dell'*input*. Come opera il *binding* percettivo? Dal punto di vista neurale, il *binding* consiste nel trasferimento dell'informazione percettiva da regioni corticali circoscritte ad aree più ampie, che provvedono all'integrazione del percepito nella coscienza. Non solo questo tipo di elaborazione avviene in tutti i sistemi sensoriali, ma ciascun sistema consiste a sua volta di diversi livelli, in cui diverse proprietà percettive sono elaborate separatamente, per poi essere integrate insieme in un'unica entità⁴¹².

La visione è un processo la cui complessità si manifesta dai primi stadi di elaborazione degli impulsi luminosi fino ai livelli più elevati della conoscenza oggettiva⁴¹³. Uno dei metodi utilizzati per studiare il fenomeno della visione consiste nel presentare diversi elementi simultaneamente e per brevi intervalli di tempo, uno dei quali è conosciuto in anticipo, mentre gli altri sono "distrattori". Il modello della percezione visiva che così si ricava è configurato in base alla relazione tra la correttezza delle risposte dei volontari, il tempo di reazione allo stimolo e il numero di elementi presenti (stimoli noti ed elementi distrattori).

La percezione visiva è costituita da almeno due livelli⁴¹⁴. Nel primo – il livello *preattentivo* – le caratteristiche degli oggetti ci si presentano come "mappe di proprietà" (*feature maps*), ossia come "mappature" degli attributi percettivi. La sovrapposizione di queste

⁴¹² Si ritiene che l'integrazione e l'unificazione di un oggetto nella coscienza avvenga nelle regioni prefrontali, le quali ricevono *input* convergenti dai diversi sistemi sensoriali.

⁴¹³ Nella corteccia cerebrale esistono più di 30 aree i cui neuroni rispondono a stimoli visivi, mentre dalla retina partono almeno 10 vie che trasmettono l'informazione visiva alle diverse regioni cerebrali. Sotto l'aspetto fisiologico, il processo visivo inizia quando "lo stimolo eccita i recettori della retina e, tramite il nervo ottico, l'*input* giunge al nucleo genicolato laterale del talamo. Da qui, tramite le vie ascendenti, il segnale giunge in V1, l'area visiva primaria, e, successivamente, nelle aree visive di ordine superiore fino alla corteccia prefrontale (dove l'informazione viene integrata con quella proveniente dalle aree non facenti parte della corteccia visiva) e alla corteccia motoria. Dalla corteccia motoria il segnale viene inviato alla muscolatura volontaria tramite il sistema spinale": Ghilardi (2011), p. 101.

⁴¹⁴ Cfr. Wolfe (1994).

mappe genera una “mappa di attivazione” (*activation map*), che rappresenta gli oggetti retinotopicamente, ossia secondo la loro posizione sulla retina. Il secondo stadio, quello *attentivo*, è quello in cui l’attenzione si sposta da un oggetto all’altro in modo sequenziale. Il fattore attenzionale è così importante che si può dire che “l’oggetto esiste nella nostra coscienza solo dal momento in cui esso è messo a fuoco dall’attenzione”⁴¹⁵. Prima di tale integrazione, non abbiamo alcuna coscienza dell’oggetto, mentre è solo con la fase attentiva che l’oggetto è portato a coscienza, e ciò in virtù di un’opera di integrazione delle sue diverse proprietà. Un “oggetto” è infatti definito “[ne]lla congiunzione, o [nel] congiungersi insieme di tutte le sue proprietà”⁴¹⁶.

⁴¹⁵ Fidelman (2005), p. 25.

⁴¹⁶ Ibid. Sebbene il modello sia fondato su basi *fisiologiche*, secondo Fidelman esso può essere assunto per spiegare addirittura due approcci *ontologici*: il Platonismo e il Nominalismo. Questa prospettiva è mossa dalla convinzione per cui, accostando psicologia biologica, filosofia e meccanica quantistica, sarebbe possibile fornire una spiegazione della relazione tra i loro rispettivi oggetti: i sistemi biologici, il sistema nervoso centrale (SNC) e l’immagine del mondo qual è percepita dalla nostra coscienza. Ora, secondo Fidelman, in un approccio “platonico” esisterebbero solo “proprietà”, ciascuna delle quali rappresenta la totalità degli oggetti che la possiedono; secondo un approccio “nominalista”, invece, esisterebbero solo “oggetti”; “la percezione *preattentiva* delle proprietà è realizzata dal meccanismo neurale *olistico* che è connesso all’emisfero destro, mentre lo stadio *attentivo* della ricerca visiva è realizzata dal meccanismo *seriale* connesso all’emisfero sinistro”: *ibid*, corsivo mio. Potremmo anche dire che nell’emisfero sinistro avviene l’analisi delle proprietà oggettuali, nell’emisfero destro la loro sintesi. L’emisfero destro, che percepisce simultaneamente qualcosa come un tutto ed elabora le proprietà degli oggetti allo stadio preattentivo, percepirebbe così il mondo secondo l’ontologia platonica, connessa all’aspetto olistico di un oggetto. D’altro canto, l’emisfero sinistro, che analizza le proprietà degli oggetti in modo sequenziale, consentirebbe di percepire gli oggetti individualmente e uno dopo l’altro, cioè diacronicamente, cosa che lo renderebbe affine al tipo di processualità difesa dai nominalisti. La relazione tra posizioni filosofiche e meccanismi neurali sarebbe così stretta da poter dire che “[i]l conflitto cognitivo tra queste due visioni è in effetti un conflitto tra due meccanismi neurali che percepiscono lo stesso mondo in due modi ontologicamente differenti. [...] Questa analogia ci legittima a definire queste ontologie ‘modalità ontologiche della percezione’ (*ontological modes of perception*)”⁴¹⁶: *ivi*, p. 26. La distinzione tra le caratteristiche platoniche e nominaliste dei due emisferi cerebrali sembra quantomeno forzata e andrebbe verificata, ad esempio, attraverso sperimentazioni su pazienti con “cervello diviso”, nei quali il corpo calloso ha subito un’interruzione o non si è sviluppato. Cosa che, a quanto mi risulta, non è ancora stata effettuata. Il corpo calloso, infatti, ossia quel sistema di fibre che

1.1. I tre tipi di binding e i tre livelli della percezione sensoriale

Ogni esperienza cosciente è accompagnata da una rappresentazione della scena in cui ci troviamo. L'unità di questa rappresentazione sembra governata da un singolo "occhio mentale": è da qui che, forse, sorge la celeberrima idea di un *homunculus*, il quale ci informerebbe sul visibile integrando l'informazione di molteplici aree cerebrali in ordine alla costituzione della coscienza oggettiva, allo scopo di "massimizzare l'informazione utile che possiamo avere del mondo che ci circonda, rendendolo esplicitamente accessibile più rapidamente. Si tratta probabilmente di un fine evolutivo relativo all'elaborazione percettiva; ciò che esperiamo appare, almeno in parte, come l'espressione di questo processo adattativo. Il risultato è una storia (*movie*) documentata relativa al mondo in cui ci troviamo, che utilizza i dati imperfetti forniti dai nostri sensi ed è informata dalla conoscenza acquisita nelle interazioni passate"⁴¹⁷. Ciò non significa tuttavia che tali rappresentazioni giochino un ruolo causale nel mondo fisico, ma anzi che la visione soggettiva, propria dell'individuo, e quella oggettiva, propria dell'occhio dello sperimentatore, si riferiscono in ultima analisi allo *stesso* mondo.

Vi sono almeno tre accezioni di *binding* visivo. Collegare insieme le diverse *proprietà* di un singolo percetto (il colore, la temperatura, la sensazione al tatto, e così via) non è infatti lo stesso che associare diverse *parti* spazialmente determinate di un oggetto (i diversi lati, le superfici spaziali che lo compongono, e così via), sebbene si ritenga che i meccanismi soggiacenti siano gli stessi per entrambi. Un diverso meccanismo starebbe invece alla base di un terzo tipo di *binding*, che consiste nel raggruppamento e nella separazione percettiva di insiemi di oggetti non completamente visibili. Se analizziamo questa categorizzazione empirica in una prospettiva filosofica, notiamo che i tre tipi di sintesi si distinguono anche dal punto concettuale.

Mentre le qualità di un percetto sono sempre riferibili ai contorni empirici di qualche forma spaziale (ad esempio, alla forma "cerchio"

connette aree omologhe dei due emisferi, potrebbe assumere qui una funzione mediatrice tra l'emisfero "platonico" e l'emisfero "nominalista".

⁴¹⁷ Ivi, p. 98.

corrisponderà la proprietà “rosso”), l’unificazione di una forma oggettuale *in quanto tale* richiede l’intervento di funzioni più complesse: oltre a connettere le proprietà esteriori dell’oggetto, il cervello deve anche essere in grado di distinguerlo da ciò che vi si contrappone (come lo sfondo o gli altri oggetti), e, con ciò, di identificarlo in quanto tale – e non in quanto questa o quella *proprietà* appartenente all’oggetto. Nel primo caso, la connessione empirica degli attributi e delle parti spaziali di un oggetto è correlata ad un meccanismo comune, rivolto essenzialmente al coglimento di ciò che si presenta nel mondo empirico; nel secondo, siamo invece spettatori di un’opera di connessione che rasenta il piano concettuale, dove l’oggetto viene colto categorialmente e, possibilmente, gli viene dato un nome.

A cosa è dovuta questa differenza? Se analizziamo la conoscenza oggettuale, scopriamo che essa si esplica a diversi livelli, tutti caratterizzati da atti “sintetici”, ossia da operazioni in cui la molteplicità di partenza (gli *input* in ingresso, le proprietà oggettuali, una molteplicità di percetti, ecc.) viene connessa nel tempo e nello spazio e assunta ad un livello di unificazione via via sempre più comprensivo.

1.2. La funzione della categoria di “quantità” nelle “illusory conjunctions”

Le conoscenze attuali circa il *modus operandi* dei processi percettivi connessi alla visione sembrano recidere le radici stesse della spiegazione della capacità percettiva umana come di qualcosa che “riceverebbe” dall’esterno, immediatamente e in modo destrutturato, la “materia” da elaborare, a partire dalla quale verrebbe *in seguito* prodotta una rappresentazione dell’ambiente assai più ricca e complessa rispetto alla molteplicità disgregata che dimora al livello percettivo.

Come abbiamo visto, lungi dall’essere meri prodotti collaterali degli atti motori, e nonostante la loro apparente automaticità, gli stessi movimenti oculari contribuiscono alla visione in modo eminentemente attivo, nella selezione del materiale rilevante dalla pluralità di proprietà e sfaccettature che l’ambiente presenta di volta in volta. Nonostante non sia a questo livello che possiamo ritrovare la ragion d’essere della stabilità e della continuità visiva, va tenuto presente che l’enorme potere costituente del soggetto si esprime già al livello dei movimenti saccadici,

e ciò proprio nell'operazione di differenziazione che caratterizza i tracciati oculo-visivi sin dalle prime fasi dell'elaborazione sensoriale.

È per questo che, nonostante la molteplicità di aree corticali che concorrono ad elaborare le proprietà di un oggetto, anche in sede neuroscientifica si ammette l'esistenza di un atto cognitivo *sintetico* in grado di riunificare molteplici rappresentazioni e di far scaturire la consapevolezza della rappresentazione di un oggetto unificato. Infatti, come potrebbe l'"istantanea" scattata da ciascuna saccade selezionare i dettagli che risulteranno in una rappresentazione "veritiera" dell'oggetto, se non vi fosse a già a monte la capacità di unificarlo in un tutto coerente? Come sarebbe possibile cogliere l'oggetto nell'infinità non numerabile delle proprietà che lo caratterizzano, se la soggettività non fosse già sin dall'inizio in grado di costituirsi nel possesso di una "veduta" prioritaria a tutti i possibili dettagli oggettuali? O non si dovrebbe forse ammettere che questi dettagli, incontrati nel "qui" e nell'"ora" della contingenza vissuta, sono già colti sin dall'inizio *in-vista-di* un loro collocamento nel *puzzle* di una rappresentazione che si costituisce al livello coscienziale come una globalità interconnessa e dotata di senso?

Il problema è stato ampiamente indagato e discusso in ambito neuroscientifico. In sede sperimentale, diverse sono state le prove intese a fornire nuovi dettagli sui processi di collegamento attivo dei percetti spazio-temporali. Ad esempio, se presentiamo simultaneamente una "T" verde e una "O" rossa, tenderemo a vedere una "T" rossa anziché verde. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che la superficie rossa della O è molto più estesa del filiforme verde della T⁴¹⁸. Inoltre, il colore di un grande cerchio rosso può essere collegato illusoriamente alla forma di un piccolo triangolo blu – e, viceversa, la forma del cerchio al colore blu del triangolo. In altri termini, presentando le due figure simultaneamente, il colore della figura più grande finisce per essere associato all'oggetto più minuto.

Il fenomeno troverebbe la sua spiegazione nel fatto che "la *quantità* di colore è in qualche modo modificata per coincidere con la grandezza del triangolo. Ciò indicherebbe che il soggetto conoscitivo è consapevole del triangolo come rosso perché la categoria di quantità collega il carattere rosso alla medesima superficie spaziale del

⁴¹⁸ Cfr. Treisman (2003).

triangolo”⁴¹⁹. In breve, la ragione dello scambio potrebbe stare non nella *qualità* dell’oggetto (il colore) bensì nel suo carattere *quantitativo* (estensivo), ossia nella superficie che esso occupa.

Se l’ipotesi è corretta, l’attribuzione di un colore errato a un dato oggetto dipenderebbe dal fatto che la sua superficie è più piccola di quella dell’oggetto che viene presentato simultaneamente accanto ad esso: la misura quantitativa della superficie colorata fungerebbe così da “attrattore” per l’attribuzione della medesima qualità alla superficie più piccola. Così, “l’esperienza cosciente sembra essere generata da codici astratti piuttosto che da ‘copie’ analoghe [all’oggetto]”⁴²⁰. Tale affermazione sarebbe anche compatibile con l’idea secondo cui “la categoria di quantità potrebbe giocare un ruolo fondamentale nel collegare il colore alla forma [di un oggetto]”⁴²¹.

Ora, il carattere *costruttivo*, in virtù del quale si genera la coscienza visiva di un oggetto, sta alla base della conoscenza sintetica come processo attivo di *costituzione* degli oggetti e dell’esperienza. Limitatamente ai contenuti rappresentazionali di un oggetto, le strutture categoriali preposte alla concettualizzazione dei percetti possono essere considerate come basi cognitive della sintesi oggettuale. Ad esempio, la categoria della *quantità*, che rappresenta un aspetto importante della concettualità che sottende la psicologia cognitiva, potrebbe rivelarsi come uno strumento cruciale per spiegare le scoperte or ora esposte sulle cosiddette *illusory conjunctions* o “associazioni illusorie” – sempre che tale categoria sia intesa come “un codice astratto che modifica la rappresentazione di un colore per farlo coincidere con la grandezza (o superficie spaziale)”⁴²². In ultima analisi, i risultati delle neuroscienze sarebbero affini alla conclusione, secondo cui la sintesi delle rappresentazioni nella coscienza è un fattore necessario affinché l’esperienza sia possibile⁴²³.

Il fatto che il *binding* di un oggetto, ossia l’atto che ne congiunge le parti e le proprietà, implichi un piano di elaborazione ulteriore,

⁴¹⁹ LaRock (2010), p. 459.

⁴²⁰ Treisman (2003), p. 99.

⁴²¹ LaRock (2010), p. 460.

⁴²² Ibid.

⁴²³ Si noterà l’assonanza kantiana di queste conclusioni. Come pure è stato riconosciuto, qui “la nozione kantiana di sintesi è coerente con l’idea che la coscienza visiva di un oggetto implica un processo *costruttivo*”: *ivi*, p. 459, corsivo mio.

rispetto a quello in cui avviene il coglimento di singole proprietà, sembra confermare che il lavoro sulle *illusory conjunctions* manifesta il bisogno “kantiano” dell’intervento di una “sintesi”: “se ogni singola rappresentazione fosse del tutto estranea alle altre e, per così dire, isolata e separata rispetto ad esse, non sorgerebbe mai qualcosa come la conoscenza, che è una totalità di rappresentazioni comparate e connesse. Se dunque attribuisco al senso una sinossi, per il fatto che esso nella sua intuizione contiene una molteplicità, ad esso corrisponderà sempre una sintesi, e la recettività potrà rendere possibili le conoscenze soltanto in connessione con la spontaneità”⁴²⁴.

2. Tempo e recettività

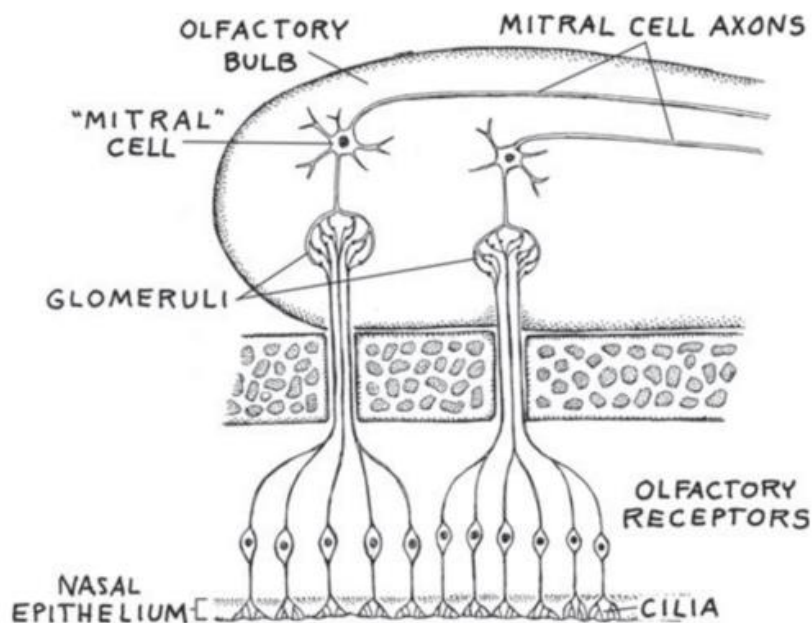
Affinché si dia una conoscenza oggettiva, occorre in primo luogo che gli *input* sensoriali relativi alle qualità dell’oggetto siano collegati, formando inizialmente una rappresentazione preconsua del percolato sensoriale. Determinare come i neuroni trasformino *input* sinaptici in un treno d’impulsi è necessario per comprendere come un sistema sensoriale pervenga all’elaborazione dell’informazione in ingresso. Inizieremo dal basso, presentando le condizioni del *binding* al livello neurofisiologico, vale a dire in relazione al funzionamento cellulare che, nel sistema nervoso centrale, sottende l’elaborazione percettiva degli *input* sensoriali.

Come vengono rilevate e integrate le configurazioni temporali degli impulsi sensoriali? Il meccanismo soggiacente a tale rilevamento, nonché all’elaborazione che l’accompagna, sembra assumere aspetti di tipo squisitamente temporale. Un meccanismo di lenta integrazione temporale sottende infatti la codifica del tasso di *input* in ingresso (ossia del numero medio di impulsi per unità di tempo), mentre un’integrazione temporale veloce è correlata al preciso coordinamento temporale degli *input* portatori di informazione⁴²⁵.

⁴²⁴ Kant (2004), p. 1205.

⁴²⁵ La dicotomia tra codifica temporale e codifica del tasso d’impulsi non è rigida, anzi: nel cervello i due tipi di elaborazione si intrecciano e avvengono simultaneamente. L’integrazione sinaptica e la trasformazione degli *input* in treni di impulsi dipendono dalla conduttività selettiva dei neuroni, la quale è in grado di effettuare numerose operazioni non lineari. Questo dota i neuroni della capacità di

La codifica temporale degli *input* sembra giocare un ruolo importante in particolare nella modalità olfattiva. La discriminazione olfattiva sembra infatti aumentare in presenza del moto sincronizzato delle cellule recettive – sincronizzazione dovuta a oscillazioni intrinseche che agiscono quale dispositivo di coordinamento temporale per l'integrazione dei potenziali postsinaptici degli impulsi. La sincronizzazione avverrebbe nella “terra di mezzo” tra la struttura propria delle cellule mitrali (che costituiscono il livello intermedio tra i recettori e la corteccia) e la presenza di *input* sensoriali (vedi immagine in basso⁴²⁶). Il rilevamento di un odore e la sua rappresentazione sensoriale sarebbero comunque possibili proprio in virtù dell'attivazione temporalmente coerente di diverse cellule mitrali.



elaborare una grande quantità di informazione. La non-linearità dell'integrazione neurale consente di integrare eventi sinaptici in un modo molto preciso dal punto di vista *temporale*, con una fedeltà dell'ordine dei millisecondi. Il carattere selettivo della conduttività ionica delle cellule nervose può controllare anche la coordinazione temporale dei potenziali di azione, generando oscillazioni nel potenziale di membrana delle cellule. L'interazione tra queste oscillazioni e gli impulsi sinaptici sarebbe infatti in grado di sincronizzare efficacemente i neuroni in una popolazione oscillatoria. Questo fenomeno, riscontrato nella modalità olfattiva in varie strutture cerebrali, quali la neocorteccia, l'ippocampo e il talamo, potrebbe essere essenziale per la codifica delle informazioni sensoriali in generale.

⁴²⁶ Cfr. <http://ods.diodati.org/post/109498192965/il-meccanismo-di-rilevamento-degli-odori-è-in>.

In base al comportamento delle oscillazioni dei potenziali di membrana nei neuroni in uscita del bulbo olfattivo principale, nonché delle relazioni temporali tra queste oscillazioni e i potenziali d'azione, è possibile concludere “che l'interazione tra le proprietà intrinseche delle cellule mitrali e i loro *input* sinaptici possono sincronizzare efficacemente l'attività di molteplici cellule mitrali. Questo meccanismo potrebbe consentire la rappresentazione di odori per insiemi temporalmente distribuiti di cellule mitrali che si attivano coerentemente”⁴²⁷.

Relativamente alle implicazioni funzionali delle oscillazioni delle cellule mitrali, nelle cellule recettrici vi è un'attività ritmica in grado di produrre “oscillazioni sottosoglia”⁴²⁸, il cui ruolo funzionale può essere valutato analizzando l'integrazione dei potenziali sinaptici coi potenziali d'azione nelle cellule mitrali. Queste oscillazioni sono *intrinseche*, ossia auto-generate, e agirebbero come un meccanismo di coordinazione *temporale* per l'integrazione dei potenziali postsinaptici degli impulsi.

A partire dagli anni '90, sono state osservate “oscillazioni sottosoglia” nei neuroni eccitatori di popolazioni neuronali specializzate all'interno del cervello dei mammiferi. In particolare, la sincronizzazione di attività neurale su estese aree cerebrali sembra costituirsi spesso in circa 1 msec⁴²⁹, ossia in una piccola frazione del periodo di qualsiasi frequenza registrabile da un elettroencefalogramma (EEG). Questa scoperta è tanto più sorprendente se consideriamo che qualsiasi modello computazionale di un sistema dinamico impiega sempre più di un periodo per raggiungere la sincronizzazione. Inoltre, secondo questa interpretazione, l'attività dell'EEG sarebbe addirittura la manifestazione di tali oscillazioni generate dalle membrane di popolazioni specializzate di neuroni⁴³⁰.

⁴²⁷ Cfr. Desmaisons *et al.* (1999), pp. 10727-10728.

⁴²⁸ Le “oscillazioni sottosoglia” sono funzioni del potenziale di riposo della membrana del neurone, e variano in un intervallo di frequenza da 10 a 50 Hz.

⁴²⁹ Cfr. Nobili (2009).

⁴³⁰ Tali oscillazioni sarebbero cruciali non solo per il coordinamento temporale degli impulsi, ma anche per il filtraggio degli EPSPs. L'*Excitatory Post-Synaptical Potential* è il segnale trasmesso da un neurone eccitatorio al neurone bersaglio, il quale si manifesta come un aumento temporaneo del potenziale di membrana del neurone bersaglio. Gli EPSPs si contrappongono agli IPSPs (*Inhibitory Post-*

La stimolazione del nervo olfattivo, che genera *input* eccitatori nelle cellule mitrali, è sufficiente a innescare in modo endogeno oscillazioni sottosoglia stabili. In definitiva, sembra “che l’attività oscillatoria sottosoglia del potenziale di membrana possa controllare precisamente il coordinamento temporale dell’attività degli impulsi, e generi quindi un meccanismo stabile, mediante il quale una popolazione di cellule mitrali può essere sincronizzata”⁴³¹. Dal punto di vista teorico, la sincronizzazione delle oscillazioni sottosoglia in una rete neurale potrebbe fornire il “contesto” per l’elaborazione dell’informazione sensoriale, agendo come un dispositivo di coordinamento temporale per l’integrazione degli EPSP in treni di impulsi elettrici. Il ruolo delle oscillazioni potrebbe dunque essere quello di consentire la sincronizzazione di popolazioni di neuroni che elaborano simultaneamente stimoli diversi (in questo caso, gli odori)⁴³².

L’ipotesi del *binding* per sincronizzazione⁴³³ assume oggi il nome di *temporal correlation hypothesis*⁴³⁴. La componente temporale è qui cruciale

Synaptical Potential), che raggruppano il segnale trasmesso da un neurone inibitore a un neurone bersaglio, il quale si manifesta come una diminuzione temporanea del potenziale di membrana del neurone bersaglio.

⁴³¹ Desmaisons *et al.* (1999), p. 10734.

⁴³² Una conferma di ciò proviene da alcuni studi farmacologici, i quali hanno mostrato come manipolare farmacologicamente la recettività olfattiva in modo da eliminare i processi sincronizzati conduce alla scomparsa della capacità discriminatoria tra odori simili. Al contrario, è da sottolineare che le oscillazioni sottosoglia possono elaborare la durata degli *output* neuronali con un alto grado di precisione, e appaiono cruciali nel facilitare la sincronizzazione dei membri individuali delle sottopopolazioni di cellule mitrali distribuite nel bulbo olfattivo.

⁴³³ Il meccanismo della sincronizzazione, come ipotesi strettamente teorica per risolvere il *binding problem*, è stato inizialmente proposto da Milner (1974) e Malsburg & Willshaw (1981). L’ipotesi è rimasta tale fino a quando, alla fine degli anni ‘80 del secolo scorso, è stata osservata un’attività sincronizzata in alcuni neuroni corticali: la particolarità di tale sincronia consisteva nel fatto che, sebbene fosse stata innescata da uno stimolo specifico (nella fattispecie, la codifica del contorno di un oggetto), essa sembrava tuttavia emergere *intrinsecamente* da interazioni cooperative tra le popolazioni neurali; più che essere dipendenti dallo stimolo, tali interazioni sembravano essere invece generate totalmente all’interno del cervello.

⁴³⁴ Cfr. Singer (1995). Il motivo per cui i ricercatori non utilizzano qui il termine “sincronizzazione”, bensì “correlazione” temporale, è dovuto al fatto che le configurazioni di *spikes* (di “spari”, ossia di variazioni improvvise del potenziale

poiché ogni esperienza cognitiva, dal comportamento percettivo al pensiero razionale, emerge attraverso il concorso di diverse regioni del cervello funzionalmente distinte e topograficamente distribuite, la cui connessione comporta un processo istanziato in un processo di integrazione tra differenti *scale di durata*.

3. Tempo e sintesi

Nel caso della percezione visiva, la cosa si complica. Abbiamo visto come già il tracciato delle saccadi tragga significativamente dall'immagine solo i punti e le linee rilevanti alla ricostruzione dell'oggetto. Anche qui, tuttavia, il semplice stare "l'una accanto all'altra" delle linee non fa di esse un tutto organico. In altre parole, sia dal punto di vista concettuale, sia dal punto di vista empirico, collegare le diverse proprietà di un percelto non è ancora sufficiente per produrre una rappresentazione unitaria dell'oggetto. Questo processo sintetico deve infatti dare luogo all'unità dell'oggetto come qualcosa che si distingue dallo sfondo e dagli altri oggetti. Ciò significa che il primo e il secondo tipo di *binding*, di cui si parlava sopra (*binding* di parti e di proprietà oggettuali), devono ancora dare luogo alla più complessa riunificazione delle proprietà dell'oggetto, affinché questo possa essere colto in quanto tale, ossia in quanto unità sintetica dotata di contorni stabili e riferibile al concetto di un oggetto ben preciso.

3.1. La rete cerebrale: sincronizzazione e integrazione su larga scala

L'emergenza di un momento cognitivo unificato dipende dal coordinamento del mosaico sparpagliato di regioni cerebrali funzionalmente specializzate⁴³⁵. Come opera il meccanismo di integrazione su ampia scala che controbilancia l'organizzazione funzionale e anatomicamente distribuita dell'attività cerebrale, al fine di consentire l'emergere di cognizioni e comportamenti coerenti? Sebbene

d'azione) non devono necessariamente coincidere in una simultaneità assoluta, ma è sufficiente che si succedano entro un intervallo < 5 msec.

⁴³⁵ Cfr. Varela *et al.* (2001), pp. 229-239.

i meccanismi implicati nell'integrazione su ampia scala siano ancora ampiamente sconosciuti, sembra che il candidato più plausibile sia la formazione, mediata da un meccanismo sincronizzazione temporale, di collegamenti dinamici tra diverse popolazioni di neuroni.

I meccanismi di integrazione su ampia scala producono problematiche assai affini a quelli che scaturiscono dal *binding* percettivo. La specializzazione anatomica e funzionale del cervello, che emerge dagli studi fisiologici, neuropsicologici e di *neuroimaging*, presenta infatti un problema generale comune: di nuovo, come fa il cervello a orchestrare la sinfonia di emozioni, percezioni, pensieri e azioni che provengono dai processi neurali distinti nel tempo e nello spazio? Quali sono i meccanismi neurali che selezionano e coordinano questa attività distribuita del cervello per produrre un flusso di momenti cognitivi coerenti e unificati? È questo il “problema dell'integrazione (o del collegamento) su larga scala”.

3.2. Insiemi neurali e propagazione dei segnali sensoriali

L'attività neurale distribuita si genera nel contesto degli insiemi neurali, costituiti da reti di neuroni localmente distribuite e collegate da reciproche connessioni dinamiche e continuamente cangianti. Nel cervello, si ritiene che l'emergenza di un insieme neuronale specifico sottenda l'operazione di ogni atto cognitivo. Neuroni che appartengono a un dato insieme sono collegati da interazioni selettive, vale a dire interagiscono preferibilmente con un sotto-insieme di altri neuroni, cui sono interconnessi⁴³⁶.

Tradizionalmente, l'estremità sensoriale è presa come il sistema di partenza, e la percezione è descritta o come una proiezione “in avanti” (*top-down*, letteralmente “dall'alto verso il basso”) oppure come una gerarchia *bottom-up* (“dal basso verso l'alto”), che procede da stadi di elaborazione inferiori a quelli più elevati⁴³⁷. La visione è diventato l'esempio paradigmatico di questo approccio, e i successivi stadi di elaborazione degli stimoli visuali dalla retina alle diverse aree visive sono

⁴³⁶ Queste interazioni sono mediate da connessioni reciproche, le quali possono essere dirette (monosinaptiche) o indirette (polisinaptiche).

⁴³⁷ Il principio di reciprocità caratterizza la maggior parte delle attività del cervello: se l'area A si connette all'area B, allora ci sono *connessioni reciproche* tra A e B.

stati studiati estensivamente. Tuttavia, può essere trovato un punto di partenza alternativo che, nell'attività endogena, è riscontrabile, ad esempio, negli stati di preparazione, di attesa e di attenzione, i quali sono costitutivamente attivi nel corso dell'afflusso sensoriale⁴³⁸.

L'attività endogena del cervello concerne operazioni tipicamente eseguite dai lobi frontali, dal sistema limbico o dalle vie sensoriali mediane. Questa attività può manifestarsi o retroattivamente (in modalità *bottom-up*) o dall'alto verso il basso (in modalità *top-down*), e sembra operante già nei primi stadi della percezione sensibile. *Bottom-up* e *top-down* sono termini euristici, i quali si riferiscono a quella che è in realtà una rete su ampia scala, che integra sia attività endogene sia elementi in entrata. È precisamente a questo livello che la sincronizzazione di fase è cruciale come meccanismo di integrazione su larga scala.

3.3. Sincronia di fase come meccanismo d'integrazione

Chiaramente, ogni meccanismo di integrazione neurale deve coinvolgere interazioni tra le reti che vi partecipano al livello locale⁴³⁹. Tra le diverse modalità in cui si esplica l'interazione reciproca tra i neuroni, la sincronizzazione di fase tra diversi gruppi neurali è

⁴³⁸ Da un lato, vi possono essere connessioni reciproche all'interno della medesima area corticale o tra aree situate al medesimo livello di rete. Dall'altro, vi sono connessioni che collegano il medesimo insieme a differenti livelli di rete in differenti regioni cerebrali, producendo un'architettura neurale simile al *web*. Sono connessioni di questo tipo ad essere descritte con le nozioni di "proiezione" e di "retroazione" (*bottom-up* e *top-down*). Questi insiemi neurali hanno un'esistenza dinamica transitoria, che si estende nel tempo necessario (una frazione di secondo) per compiere atti cognitivi elementari. Allo stesso tempo, la loro esistenza dura sufficientemente a lungo per propagare l'attività neurale attraverso l'insieme. Questa propagazione comporta cicli di scambi di impulsi reciproci, con ritardi di trasmissione che durano 10 millisecondi. Nel cervello, come nel *web*, la variabile rilevante nella descrizione di questi insiemi non è tanto l'attività individuale dei componenti del sistema, quanto piuttosto la natura *dinamica* delle loro connessioni.

⁴³⁹ La natura specifica di tali interazioni rimane tuttora oscura. Alcuni ritengono che, in base all'analisi dell'architettura gerarchica del cervello, le aree associative che mediano l'interazione tra aree sensoriali ed aree motorie siano responsabili dell'integrazione. Di contro, altri, tra cui Varela *et al.* (2001), sostengono che la chiave dell'integrazione si celi nelle reti di interazioni neurali.

certamente il meccanismo più interessante⁴⁴⁰. L'ipotesi, come abbiamo visto, si basa sull'idea che gli oggetti visivi siano codificati da insiemi di cellule che si attivano sincronicamente. La connessione visiva si riferisce all'integrazione "locale" di proprietà neuronali, che consente, a sua volta, l'integrazione su larga scala, necessaria per il darsi della visione come fenomeno complessivo nel contesto di un momento cognitivo completo⁴⁴¹. La sincronia su larga scala è alla base dei comportamenti guidati attivamente dalla facoltà attenzionale attiva nel corso di un ordinario comportamento percettivo o motorio, in cui diverse aree si attivano coordinandosi l'una con l'altra⁴⁴². Ma come fa la sincronizzazione a dare luogo a una serie di momenti cognitivi unificati e non, ad esempio, ad un *continuum* indifferenziato di esperienze parziali?

⁴⁴⁰ Lo studio dell'integrazione mediante sincronizzazione deve focalizzarsi su dinamiche temporali che, conformemente alla durata dei processi coinvolti, sono dell'ordine dei millisecondi, e necessita quindi di strumenti ad alta risoluzione temporale.

⁴⁴¹ Il meccanismo della sincronizzazione degli insiemi neurali è pensato qui come il processo che connette molteplici scale temporali e spaziali nel sistema nervoso. Per "locale" si intende qui, su scala spaziale, una colonna corticale di meno di 2 mm, i cui neuroni si sincronizzano in una risonanza comune. Questa connettività minimale non è ristretta a aree così minute, ma può collegare porzioni più ampie del tessuto cerebrale. Nella corteccia visiva primaria, ad esempio, in colonne spaziali separate da 2-7 mm, i cui campi recettivi non siano sovrapposti, i neuroni che condividono proprietà simili tendono a sincronizzarsi insieme. La sincronizzazione "su larga scala" concerne invece insiemi neurali più distanti. Questi sono separati da una distanza di almeno 1 cm, ed hanno un tempo di trasmissione 8-10 msec. La differenza dei tempi di trasmissione per insiemi neurali collocati, ad esempio, tra i lobi frontali e i lobi occipitali, può essere ampia dozzine di msec. In questo caso, la sincronizzazione di fase non può essere basata sulla citoarchitettura locale, ma deve risiedere nella connettività a distanza. Queste connettività fa uso di legami di *proiezione* e di *retroazione*, che connettono differenti livelli di rete in differenti regioni cerebrali. La distinzione tra le determinazioni "locale" e "su larga scala" non va intesa rigidamente. La sincronia neurale può verificarsi tra regioni la cui separazione si situa su una scala spaziale intermedia (un esempio è il legame tra le aree visive e parietali).

⁴⁴² Se la sincronia su larga scala sta alla base del normale funzionamento del cervello, ci si aspetterebbe che il venir meno della sincronia provochi qualche anomalia funzionale nell'individuo. In effetti, è stato mostrato che la frammentazione dell'esperienza cognitiva in pazienti affetti da schizofrenia è connessa a desincronizzazione neurale.

È cruciale osservare qui che la sincronizzazione di fase è accompagnata da una “dispersione” di fase in altri gruppi di neuroni. Il meccanismo dell’integrazione su larga scala comporta non solo l’instaurazione di collegamenti dinamici, ma anche un meccanismo attivo che li disgiunge, in modo tale da fare spazio di volta in volta al momento cognitivo successivo. A rigore, il processo di integrazione sembra essere basato sull’azione reciproca tra fase di integrazione e fase di dispersione, che pertengono agli stessi gruppi neurali, ma in momenti diversi⁴⁴³.

3.4. Al di là della sincronia

L’evidenza sperimentale ha sistematicamente mostrato che reti sincronizzate appaiono e scompaiono in onde della durata di 100-300 msec. La durata di queste onde temporanee è indice della presenza di una scala temporale significativa per le operazioni cerebrali. La natura *transitoria* della coerenza è centrale per l’idea della sincronia su larga scala, in quanto ci informa del fatto che la dinamicità del sistema neuronale si esprime come se avesse non tanto un attrattore stabile, quanto piuttosto configurazioni “metastabili”, ossia una successione di configurazioni ricorrenti in grado di definirsi *autonomamente* nel tempo. Nel cervello non avviene mai nulla come una sedimentazione amorfa, ma vi è mutamento continuo, contrassegnato solo dal coordinamento transitorio delle popolazioni⁴⁴⁴.

I diversi aspetti dell’integrazione su larga scala mediante sincronizzazione costituiscono la base per considerazioni molto più estese, riguardanti le dinamiche cerebrali come configurazioni coordinate nello spazio e nel tempo. Un assunto centrale deriva dalla soluzione dell’opposizione apparente tra due caratteri imprescindibili dell’attività neurale: da un lato, la specificità locale di tale attività; dall’altro, i vincoli imposti a queste aree dalle regioni circostanti. Da

⁴⁴³ I meccanismi cellulari responsabili della dispersione di fase non sono noti (si tratta pur sempre di un’ipotesi teorico-sperimentale), ma sono probabilmente associati a meccanismi inibitori dei ritmi neurali, i quali permettono una fase di riassetto dell’insieme locale interessato.

⁴⁴⁴ L’attrattore stesso muta a causa di cambiamenti dipendenti dall’attività delle connessioni sinaptiche.

questo punto di vista, il cervello appare come un sistema complesso e ricco di risorse, il quale soddisfa simultaneamente i vincoli, endogeni ed esogeni, che sorgono a ogni momento dall'assestamento provvisorio in uno stato globalmente coerente. Queste nuove vedute sul cervello possono gettare luce anche sui principi emergenti che collegano funzioni neurali e funzioni mentali, dal momento che l'integrazione su larga scala dell'attività cerebrale è stata considerata come la base per quell'unità della mente che ci è familiare nel vissuto quotidiano.

4. Tempo e unificazione

A differenza delle teorie classiche del cervello, che paragonano quest'ultimo ad un passivo apparato di ricezione, approcci più recenti sottolineano la natura costruttiva della percezione come processo attivo, abile all'adattamento e altamente selettivo, nonché intrecciato costantemente all'azione. Ci sono ampie attestazioni del fatto che l'elaborazione degli stimoli è controllata da processi di tipo *top-down*, i quali forgiato segnatamente le dinamiche delle reti talamocorticali, creando predizioni continue circa gli eventi sensoriali imminenti. Qual è (se ve n'è uno) il ruolo della sincronizzazione in questo processo? Come fanno tali *predizioni* a concretarsi nella struttura *temporale* dell'attività neurale del cervello? In questo paragrafo cercheremo di rispondere a queste e ad altre questioni.

Uno dei nuovi concetti guida fa riferimento all'idea di "situazionalità": la cognizione non ci permette di formare un modello del mondo universale e invariante rispetto al contesto. Quest'ultimo, al contrario è sempre soggetto ai vincoli imposti da un ambiente continuamente cangiante, che dev'essere affrontato aderendo di volta in volta a modalità peculiari di messa in atto delle intenzioni. Se il fine della conoscenza è quello di guidare l'azione, allora il criterio per giudicare il successo di un'operazione cognitiva non sarà la "correttezza" delle rappresentazioni ambientali che ci si formerà di volta in volta, ma la generazione di azioni in grado di adattarsi in modo ottimale a particolari situazioni. Da questo punto di vista, si dovrebbe allora dire che gli stati interni al soggetto debbono essere riguardati non come rappresentazioni di oggetti percettivi, ma piuttosto come "indicatori orientati all'azione",

ossia come configurazioni di attività sensomotoria rivolte a particolari regioni ambientali nel contesto di comportamenti possibili⁴⁴⁵.

Qual è il ruolo fondamentale degli effetti *top-down* nei processi sensomotori? Nella prospettiva appena delineata, il concetto di *top-down* si riferisce al fatto che molti aspetti della cognizione e del comportamento non sono guidati dagli stimoli in modo simile al riflesso, ma sono largamente basati su attese derivate da esperienze precedenti e da conoscenze generalizzate, incamerate nell'architettura delle reti corticali e subcorticali. Il comportamento intelligente presuppone che un sistema cognitivo possa “prendere le distanze” dalle circostanze dovute alle caratteristiche degli stimoli ambientali e selezioni, in accordo con scopi intrinseci e stati motivazionali, solo gli *input* significativi per il controllo delle proprie azioni. Nel mondo reale, queste computazioni devono essere sia affidabili sia estremamente rapide, il che è possibile solo se il cervello fa un uso efficace di risorse *top-down*, il che gli consente di creare previsioni circa gli stimoli imminenti e di commisurare costantemente le attese ai segnali ambientali.

Come può la predizione di eventi venire implementata nella struttura temporale delle configurazioni di attività neurale? Più specificamente, come è possibile che le configurazioni spaziotemporali dell'incessante attività cerebrale trasformino l'architettura funzionale del sistema e “ricordino” la storia delle stimolazioni precedenti negli stati dinamici di anticipazione? Al livello neurale, la risposta va trovata ancora una volta nella coerenza delle fluttuazioni sottosoglia. Tale coerenza potrebbe essere deputata a esprimere relazioni funzionali selettive durante gli stati di aspettativa e di attenzione, dove queste configurazioni dinamiche potrebbero consentire il raggruppamento e la selezione delle risposte neurali distribuite per ulteriori processi. Il ruolo delle oscillazioni sarebbe quello di consentire la sincronizzazione di popolazioni neuronali che elaborano *simultaneamente* stimoli diversi. Le

⁴⁴⁵ In accordo con quanto sostenuto dal connessionismo della metà degli anni '80, si sono cercate di spiegare le funzioni cognitive in termini di comportamento coerente di ampie popolazioni di neuroni dinamicamente connesse – cfr. Engel *et al.* (2001). La conseguenza di questo riorientamento concettuale è stato lo sviluppo di nuove strategie di ricerca, intese ad analizzare le interazioni dinamiche tra ampi numeri di neuroni e a monitorare la formazione di insiemi funzionalmente coerenti in contesti sensomotori complessi.

oscillazioni conferirebbero inoltre un elevato grado di precisione al controllo *temporale* dell'attivazione neuronale, facilitando così la sincronizzazione degli elementi individuali che costituiscono sottopopolazioni neurali distribuite in una specifica regione cerebrale⁴⁴⁶.

Questo meccanismo sembra essere alla base di una sorta di elaborazione “ricorsiva” delle informazioni, che opera mediante la manipolazione parallela di diversi flussi di informazioni e che ha portato a paragonare il cervello a una rete informatica⁴⁴⁷. Il cervello umano è in grado di elaborare parallelamente una quantità di informazioni insuperabile da parte di tutte le macchine esistenti. Il cervello è perciò descrivibile come una *macchina universale parallela* in grado di simulare le operazioni di qualsiasi macchina esistente, nonché di generare processi e strutture di complessità indescrivibile, modificando se stessa ad ogni atto di ricorsione: “possiamo immaginare che un'orchestra di processi di sincronizzazione e desincronizzazione, adeguatamente diretti da *input* endogeni ed esogeni, operi come una specie di programma di elaborazioni parallele”⁴⁴⁸. Ora, l'elaborazione simultanea e parallela di un tale flusso di dati sarebbe ottimizzata proprio dalla *sincronizzazione temporale*: la coerenza temporale tra i diversi flussi paralleli di informazione sarebbe infatti necessaria all'efficienza di una procedura ricorsiva parallela, e la disorganizzazione temporale tra gli *input* sinaptici renderebbe impossibile conservare l'ordine nei flussi di informazione elaborata dal cervello.

⁴⁴⁶ Per comprendere come funzionino *in concreto* le oscillazioni sottosoglia, immaginiamo che i neuroni di una data popolazione siano colpiti da uno stimolo inibitorio in fase. Questo comporta l'immediata sincronizzazione dei neuroni che soggiacciono alle oscillazioni sottosoglia, ma non è ancora detto che essi “sparino”, cioè che rispondano allo stimolo con una variazione del potenziale di membrana. Ora, immaginiamo che, subito dopo la sincronizzazione delle oscillazioni sottosoglia, una parte della popolazione neurale riceva una serie di stimoli eccitatori (dai recettori sensoriali, ad esempio). Tutti i neuroni di questa popolazione spareranno simultaneamente: è dunque evidente che una popolazione omogenea di neuroni connessi da oscillazioni sottosoglia, ovunque questi siano localizzati nel cervello, può attivarsi o disattivarsi, codificando un insieme di stimoli simultanei, endogeni o esogeni, in un insieme corrispondente di attivazioni sincronizzate: cfr. Nobili (2009).

⁴⁴⁷ Cfr. Varela *et al.* (2001).

⁴⁴⁸ Cfr. Nobili (2009).

4.1. Sincronizzazione temporale e binding

Si noterà come questo trovi assonanze con la teoria del *binding* temporale, secondo cui la presenza di una sincronia neurale con una precisione dell'ordine dei millisecondi è cruciale per la rappresentazione di oggetti, per la selezione di risposte adeguate, nonché per l'attenzione e l'integrazione sensomotoria. Anche qui, si ritiene che la sincronia aumenti la salienza della risposta neurale, dal momento che scariche correlate nel tempo hanno un impatto molto più forte che non *input* temporalmente disorganizzati. L'idea centrale è che la sincronizzazione, la quale scaturisce in virtù dell'aumento dell'importanza della risposta neurale, possa selezionare e raggruppare sottoinsiemi di risposte neurali in vista dell'elaborazione ulteriore dell'informazione correlata⁴⁴⁹.

Una caratteristica cruciale del modello è il fatto che la sincronizzazione può essere generata intrinsecamente, ossia non imposta al sistema da stimoli esterni, e che essa può essere nondimeno modulata da segnali intrinseci che riflettono esperienze, influenze contestuali e obiettivi dell'azione. In questo contesto, la ricerca sul meccanismo di *top-down* diventa equivalente all'indagine sull'influenza di configurazioni di attività continua sul processo di elaborazione dei segnali sensoriali e, in particolare, sulla loro selezione e sul loro raggruppamento mediante configurazioni oscillatorie sincronizzate. Non solo le configurazioni rilevanti per la selezione dinamica dei segnali in ingresso sono generate dal coro dell'attività delle cortecce associative, ma le stesse configurazioni di attività coerente, che provengono da tali interazioni su larga scala, possono a loro volta influenzare gli *input* in ingresso, consentendo un aumento selettivo delle correlazioni temporali in alcuni sottoinsiemi delle popolazioni attivate⁴⁵⁰.

⁴⁴⁹ La sincronizzazione può essere utilizzata per codificare informazione relativa al collegamento dei segnali neurali, cosa che, nel processo neurale, la rende rilevante anche dal punto di vista causale.

⁴⁵⁰ La relazione tra le influenze *top-down* e la sincronia è stata ampiamente discussa da diversi autori. Secondo alcuni, come A. Damasio (1994, 2003, 2010), la sincronia in aree corticali specifiche riflette l'influenza di segnali *top-down* diffusi dagli insiemi delle zone di convergenza, che si presume siano localizzate nelle cortecce integrative di ordine superiore. Questi segnali *top-down* possono sia riattivare sia collegare contenuti di livello inferiore, coadiuvando ad esempio il richiamo di memorie immagazzinate. Nella teoria della selezione dei gruppi neuronali di G. Edelman (1987), le influenze *top-down* sono riferite all'idea di "rientro", definita

Il meccanismo del *binding* temporale sembra giocare un ruolo chiave nell'elaborazione *top-down* del cervello. Poiché i processi *top-down* implicano il concorso di popolazioni neuronali ampiamente distribuite, la loro organizzazione in configurazioni coerenti richiede un meccanismo di *binding* che le coordini. Poiché, inoltre, queste possono in parte condividere i loro neuroni, ci deve essere un principio che consenta di distinguere le risposte che provengono da popolazioni distinte, e ciò per aggirare l'ambiguità tra diversi stati rappresentazionali. Il *binding* temporale porterebbe una valida soluzione a questi problemi. Così, la configurazione temporale dell'attività neuronale sarebbe adatta ad ottenere la corrispondenza tra predizioni (*top-down*) e *input* (*bottom-up*), una sorta di "schematismo" kantiano tra la protensione del soggetto verso l'ambiente e la ricezione attiva degli stimoli, o, in altre parole, tra azione generata spontaneamente e modificazioni provocate dall'ambiente.

Il fattore *temporale* caratterizza dunque tutti i livelli dell'elaborazione *top-down*. I segnali in entrata inducono nelle aree corticali configurazioni di attività costantemente modulate da processi di sincronizzazione e desincronizzazione, che contribuiscono alla formulazione di predizioni sulle caratteristiche specifiche degli stimoli futuri; tali predizioni competono tra loro per creare configurazioni stabili, le cui predizioni corrispondano agli stimoli in entrata. Il successo di tale "corrispondenza" si manifesta nell'amplificazione della sincronizzazione, e ciò senza il bisogno di postulare aree di "interfaccia" per siffatto processo: il successo sarebbe invece dovuto alla situazione

come lo scambio di segnali ricorsivi lungo nodi di connessioni reciproche. Similmente al modello del *binding* temporale proposto da Engel *et al.* (2001), questo concetto non dipende dall'assunzione di architetture gerarchiche, ma si focalizza sugli effetti di connessioni laterali collocate al medesimo livello di elaborazione. Inoltre, la teoria di Edelman sottolinea parimenti la natura costruttiva delle interazioni rientranti, che consente la valutazione e l'interpretazione di nuovi stimoli rispetto alla base di conoscenza già acquisita dal sistema, mentre l'elaborazione dei dati sensoriali in ingresso avviene sulla base di aspettative autogenerate. Infine, entrambe le teorie affermano che l'attività autogenerata possiede una configurazione spaziotemporale propria e distinta rispetto a quella generata da *input* esterni, e che essa dovrebbe a sua volta influenzare il processo di autoorganizzazione, che guida sia il coordinamento temporale delle risposte attivate da *input* sensoriali, sia il loro collegamento in insiemi funzionalmente coerenti.

comportamentale dell'organismo in relazione alla natura degli stimoli ambientali⁴⁵¹.

4.2. Configurazioni temporali nell'attività continua del cervello e potere predittivo della sincronia

Tutto ciò è compatibile con l'idea che la modulazione *top-down* dell'elaborazione dell'informazione sensoriale possa essere mediata da mutamenti, dipendenti dal contesto, nelle configurazioni temporali delle risposte neuronali – modulazioni influenzate in particolare dalla coerenza della risposta. Oltre a modulare l'attività neurale in conseguenza dell'apparizione di uno stimolo, fattori di tipo *top-down* possono addirittura agire *prima* dell'apparire dello stimolo, durante stati di attesa o di anticipazione, nonché, come vedremo, addirittura in assenza di stimoli, come durante atti immaginativi (in pazienti sani) o nel corso di allucinazioni uditive (in pazienti schizofrenici).

L'ipotesi fondamentale è che fattori *top-down* possano condurre a stati di “attesa” o di “anticipazione”, i quali possono essere espressi nella struttura *temporale* delle configurazioni di attività neurale *prima* della comparsa degli stimoli. Per confermare quest'idea, è possibile mostrare

⁴⁵¹ Non è ancora chiaro come il cervello formuli previsioni e aspettative in termini di segnali neurali e come esso porti a compimento i processi di selezione di risposte efficienti. Tuttavia, parecchi studi hanno gettato luce intorno agli effetti dell'influenza *top-down* sull'elaborazione neurale dell'informazione relativa a stimoli sensoriali. È stato confermato che, ad esempio, i tassi di attivazione neurale e i profili delle risposte associate possono mutare sotto l'influenza dell'attenzione, della memoria di lavoro e del contesto comportamentale. Che ruolo svolge l'attenzione nella modulazione delle risposte neurali? L'attenzione è in grado di influenzare il livelli di attivazione neurale, portando, come abbiamo visto, a un predominio di risposte per configurazioni di oggetti o localizzazioni attese e a una soppressione di risposte per configurazioni o localizzazioni non attese. Studi di *imaging* funzionale indicano anche che l'attenzione può modulare l'effetto di trasmissione che le popolazioni neuronali in un'area corticale esercita sulle cellule in un'altra area. In aggiunta all'attenzione, altri fattori *top-down*, che modulano i tassi di attivazione neurale, includono influenze trasversali, relative a compiti specifici, nonché la familiarità con lo stimolo. Diversi esperimenti hanno confermato sia l'incremento di sincronia e di oscillazioni nelle fasi di attenzione, sia l'ipotesi che la sincronizzazione interarea può riflettere il coordinamento anticipatorio degli stati cerebrali nel contesto dell'elaborazione *top-down*.

che l'attività cerebrale ha potere predittivo rispetto a *input* in ingresso e che essa è anche correlata a decisioni percettive o ad eventi comportamentali⁴⁵². La sincronia neurale e le configurazioni di oscillazione hanno una funzione predittiva anche nelle reti sensomotorie. Nel caso della preparazione motoria, esse sembrano riflettere l'organizzazione dinamica di popolazioni distribuite di neuroni motori e premotori.

Dal lato della sensazione, invece, lo stabilirsi di relazioni temporali selettive prima che lo stimolo sia elaborato condurrebbe all'abbozzo di particolari costellazioni di stimoli, alle quali l'organismo risponderà più velocemente e con alta affidabilità. In senso ampio, le influenze *top-down* possono essere definite come sorgenti intrinseche di modulazione contestuale di elaborazione neurale⁴⁵³. In particolare, il controllo motorio richiede modelli interni che generino predizioni circa le conseguenze sensoriali dei comandi motori – predizioni che hanno un enorme impatto anche sull'interpretazione degli *input* di tipo *bottom-up*.

Il meccanismo di *binding* temporale potrebbe esercitare un ruolo chiave nell'elaborazione *top-down* proprio perché le influenze “dall'alto verso il basso” non sorgono da piccoli gruppi di neuroni localizzati, ma da popolazioni altamente distribuite, che elaborano contenuti di alto livello. L'organizzazione di tali influenze in configurazioni significative richiede chiaramente funzioni di collegamento che coordinino l'interazione delle popolazioni neurali attraverso le diverse aree. Il *binding* temporale può offrire una soluzione ottimale e fisiologicamente plausibile a questi problemi: i segnali “in fase” si sommano e si amplificano in modo non-lineare, conducendo a un rilevante segnale postsinaptico.

Riassumendo, nei paragrafi precedenti è emerso che il fattore *temporale* delle configurazioni neurali è determinante ad ogni passo dell'elaborazione *top-down*. I segnali afferenti in entrata inducono configurazioni di attività sincronizzata nelle aree corticali, che sorgono a partire da computazioni locali operanti sull'*input*. Queste configurazioni

⁴⁵² La natura predittiva delle fluttuazioni autogenerate dei livelli di eccitabilità neuronale sono state osservate anche mediante *imaging* funzionale, che ha mostrato un aumento dell'attività neurale durante stati di attesa attentiva indipendentemente dalla presenza di stimoli.

⁴⁵³ Engel *et al.* (2001), p. 714.

locali sono costantemente modulate da parte di influenze specifiche soggette a sincronizzazioni e desincronizzazioni, che si ripercuotono sulle rispettive regioni mediante interazioni ad ampio raggio, sia su altre popolazioni cellulari della stessa area, sia su insiemi che vengono attivati in altre aree. Queste influenze modulatrici trasportano informazione predittiva su future costellazioni percettive e relative all'azione motoria. In definitiva, tutti questi processi contribuiscono alla costituzione di una coerenza temporale su larga scala. In linea di principio, da questo punto di vista ogni area potrebbe modulare ogni altra area cui è connessa.

4.3. Il ruolo della sincronizzazione neurale nella spiegazione del “binding problem” e l'azione modulatoria dei meccanismi attentivi nella selezione delle risposte salienti

Come abbiamo visto, la sincronia neurale, ossia la risposta simultanea di diverse popolazioni neuronali distribuite nel cervello, rende possibile conseguire due importanti obiettivi: l'intensificazione dell'attivazione delle cellule postsinaptiche e la coordinazione tra diverse regioni all'interno di aree locali nel cervello. Il primo vantaggio della sincronizzazione sarebbe quello di favorire l'elaborazione di uno stimolo saliente. Una popolazione di neuroni postsinaptici viene attivata con maggior intensità se gli *input* che giungono dai neuroni presinaptici si attivano sincronicamente. Quando, ad esempio, il cervello elabora uno stimolo visivo saliente, la popolazione di neuroni visivi preposti alla codifica dello stimolo si attiverà sincronicamente. L'informazione che giunge in tali aree sarà elaborata più marcatamente, nonché assunta più facilmente dalla memoria di lavoro⁴⁵⁴. Un secondo vantaggio della sincronizzazione consiste nel potere di coordinare diverse aree cerebrali: è stato mostrato che negli eventi percettivi vi è effettivamente una

⁴⁵⁴ A differenza della memoria a lungo termine, la memoria di lavoro (o memoria a breve termine) è un sistema preposto all'immagazzinamento *temporaneo* dei dati, che devono essere “ripetuti” per non essere persi. F. Crick e C. Koch (1990) hanno tentato di spiegare la consapevolezza visiva sulla base del ruolo svolto dalla memoria di lavoro nel sistema visivo: “abbiamo accesso all'elaborazione dell'informazione che avviene nelle aree di elaborazione visiva collegate con le aree della memoria di lavoro nella corteccia prefrontale, ma non abbiamo accesso all'informazione elaborata nelle aree non collegate a queste ultime”: LeDoux (2002), p. 267.

sincronizzazione su larga scala di diverse popolazioni neuronali e che, inoltre, sottopopolazioni spazialmente distribuite sembrano sincronizzarsi per “risonanza” ad una struttura oscillatoria comune.

Sebbene non sia ancora chiaro “come il cervello formuli previsioni e aspettative in termini di segnali neurali, o come porti a compimento la selezione di risposte efficienti”⁴⁵⁵, molti studi hanno messo in luce gli effetti dei processi *top-down* sulle dinamiche dell’elaborazione degli stimoli, nonché sulle influenze che facoltà “superiori”, quali l’attenzione o la memoria, potrebbero esercitare in tali processi. È ormai assodato che la focalizzazione dell’attenzione può influenzare l’attivazione neuronale, favorendo le risposte che corrispondono alle configurazioni o alle localizzazioni attese degli oggetti, e sopprimendo invece le risposte corrispondenti alle configurazioni non attese. Il fatto che l’attenzione possa modulare la sincronizzazione neurale tra diverse regioni cerebrali sarebbe anche una conferma dell’idea che vede nella coerenza su larga scala uno dei correlati del controllo *top-down* dell’elaborazione degli input sensoriali⁴⁵⁶.

Da un punto di vista psicofisico, il problema del *binding* trova una soluzione parziale non solo nei meccanismi di attenzione focale volontaria e di tipo *top-down*, ma addirittura nei processi preattentivi e di tipo *bottom-up*, i quali ci consentono di associare in modo automatico determinate caratteristiche di un oggetto, facendolo emergere rispetto agli altri. La differenza tra processi *top-down* e processi *bottom-up* è cruciale nella spiegazione del problema del *binding*: “al contrario dell’idea del *bottom-up*, il concetto di *top-down* si riferisce al fatto che molti aspetti della cognizione e del comportamento non sono guidati dagli stimoli in modo simile al riflesso, ma sono profondamente basati su attese derivate dall’esperienza precedente, e su una conoscenza generalizzata immagazzinata nell’architettura delle reti corticali e subcorticali”⁴⁵⁷.

Perché il riferimento all’attenzione contribuisce alla risoluzione del problema del *binding*? La risposta è contenuta nella funzione del *focus*

⁴⁵⁵ Engel *et al.* (2001), p. 707.

⁴⁵⁶ La modulazione attentiva ha due effetti principali: in primo luogo, quando l’attenzione è rivolta ad uno stimolo interno al campo recettivo di un neurone, essa *aumenta la frequenza di scarica* del neurone stesso; in secondo luogo, essa ha l’effetto di *restringere i campi recettivi*, modulando in misura diversa i neuroni inibitori che quelli eccitatori, i primi dei quali contribuirebbero a risolvere la competizione tra diverse popolazioni neuronali.

⁴⁵⁷ Engel *et al.* (2001), p. 705.

attenzione in presenza di diversi stimoli: in tale circostanza, l'attenzione contribuirebbe ad aumentare la risoluzione spaziotemporale dell'elaborazione sensoriale, comportando una focalizzazione del sistema percettivo sull'informazione saliente da elaborare⁴⁵⁸. L'attenzione è strettamente connessa anche all'aspettativa: “il segnale di *feedback* attentivo dalle aree superiori alle aree visive inferiori modulerebbe la competizione tra popolazioni di neuroni che codificano stimoli diversi, favorendo lo stimolo che si trova nella posizione attesa ed escludendo dal campo recettivo lo stimolo distraente, in modo da aumentare l'effettiva risoluzione spaziale dei neuroni. L'attività di quei neuroni che codificano lo stimolo cui non si presta attenzione risulterà soppressa. In base a questo meccanismo, tra due stimoli visivi in competizione tra loro, noi vediamo soltanto quello cui prestiamo attenzione, nonostante entrambi siano rappresentati in V_1 ”⁴⁵⁹.

La sincronizzazione tra diverse aree può dunque riflettere la coordinazione anticipatoria degli stati interni del cervello nell'ambito dell'elaborazione *top-down*. Questi dati sono compatibili con l'idea che le modulazioni *top-down*, relativamente all'elaborazione dell'informazione sensoriale, potrebbero essere essenziali a conferire una coerenza “temporale” agli eventi neurali del cervello. La cosa importante è che,

⁴⁵⁸ Se, ad esempio, nel campo recettivo di un neurone sono presenti due stimoli, la corteccia visiva primaria risponde a entrambi, mentre quella inferotemporale risponde solo allo stimolo selezionato dall'attenzione.

⁴⁵⁹ Ghilardi (2011), pp. 209-210. Il ruolo dell'attenzione nel *binding* sembra confermare l'ipotesi per cui la sincronizzazione non sarebbe un mero epifenomeno, ma un processo che favorisce realmente la comunicazione e la coordinazione tra diverse aree. Inoltre, poiché i meccanismi attentivi coinvolgono non solo un processo di sincronizzazione all'interno di una medesima costellazione neurale, ma anche un elemento di inibizione nella soppressione di stimoli non rilevanti, e poiché, inoltre, la sincronizzazione dipende fortemente dall'inibizione neurale, sembra che anche i processi inibitori implicati dall'attenzione svolgano un ruolo essenziale nella codifica degli stimoli sensoriali. Per attribuire alla sincronizzazione la funzione di selezionare “quei neuroni la cui attività debba essere oggetto di ulteriori computazioni, è necessario che i neuroni siano in grado di riconoscere la sincronizzazione nei loro *input*, cioè siano sensibili alla loro [degli *input*] esatta sequenza temporale”: *ivi*, p. 205. Oltre ad essere sensibili al *timing* esatto degli *input*, è necessario infine che i neuroni siano in grado di “distinguere la componente casuale della sincronizzazione da quella funzionalmente rilevante. La prima è solo rumore, la seconda permette di identificare la popolazione neurale selezionata”: *ivi*, p. 206.

oltre a modulare la ricezione degli stimoli esterni, i fattori *top-down* possono attivarsi *in anticipo* rispetto alla comparsa di qualsiasi stimolo e possono anzi agire addirittura *in totale assenza di stimoli esterni*. Ciò significa che l'attività neuronale può essere modulata da fattori puramente *intrinseci*. In altre parole, “i fattori top-down possono condurre a stati di ‘aspettativa’ o ‘anticipazione’ che possono essere espressi nella struttura temporale delle configurazioni di attività *prima* dell'apparire degli stimoli”⁴⁶⁰, come hanno confermato alcuni esperimenti sul potere predittivo delle fluttuazioni auto-generate dei livelli di eccitabilità neuronale.

4.4. Funzioni e limiti della sincronizzazione neurale. Sincronia e azione

La *funzione* dell'integrazione dei percetti sensoriali, propria del meccanismo di sincronizzazione, rimane una questione controversa. Il fatto *che* vi sia sincronizzazione, infatti, non è sufficiente ad affermare che essa fornisce una spiegazione esauriente della totalità di meccanismi che sottendono il *binding*. Oltre all'*identificazione* delle sfaccettature di un percetto come appartenenti al medesimo oggetto, occorre infatti spiegare come la facoltà cognitiva umana sia in grado di discernere aspetti appartenenti a percetti diversi, i quali modificano simultaneamente la recettività sensoriale creando un'interferenza o una sovrapposizione di elementi.

In effetti, una delle difficoltà che l'ipotesi della correlazione temporale incontra riguarda proprio il cosiddetto meccanismo di “etichettatura” dei percetti, il quale consentirebbe di distinguere diversi *input* in relazione alla frequenza di scarica dei neuroni preposti alla loro codifica⁴⁶¹. Se, da un lato, la codifica basata sulla frequenza è indice delle

⁴⁶⁰ Engel *et al.* (2001), p. 710, corsivo mio.

⁴⁶¹ Assumendo la frequenza di *spikes* come unico criterio di codifica, tuttavia, non è chiaro, ad esempio, come sia possibile rappresentare simultaneamente diversi stimoli che condividono la medesima caratteristica, dal momento che un neurone non può partecipare a più popolazioni diverse *simultaneamente*, ma solo in tempi diversi. Se si assume che il meccanismo di codifica dei segnali si basi esclusivamente sulla frequenza degli impulsi, non si comprende inoltre come sia possibile distinguere le variazioni di frequenza dovute all'azione degli stimoli esterni da quelle generate internamente. Infatti, se è vero che un aumento della

rapide variazioni di un segnale scatenato da uno stimolo sensoriale, dall'altro la sincronizzazione sarebbe in grado di selezionare la popolazione neurale interessata, la cui attività potrà coadiuvare l'elaborazione ulteriore dello stimolo. In questo modo, la sincronizzazione potrebbe risolvere sia il “problema della combinazione” delle proprietà di un medesimo percetto, sia il “problema dell'interferenza” di proprietà appartenenti a percetti diversi, favorendo l'elaborazione del segnale selezionato e non di altri stimoli compresenti⁴⁶².

In ogni caso, il problema del *binding* resta aperto proprio perché, lungi dall'esservi, nel cervello, un meccanismo di “etichettatura” di ciascun singolo stimolo, la capacità creatrice del cervello sembra essere generata da un movimento esattamente opposto a quello che lo vorrebbe appiattito sul mondo degli oggetti. Come abbiamo visto, infatti, gli stimoli sono eventi “occasionalisti” rispetto ad un'attività di fondo costante e sempre all'erta, che riempie il campo delle possibilità oggettuali ponendo sin dall'inizio le condizioni di ciò che può essere ricevuto o meno dalle maglie della conoscenza soggettiva⁴⁶³.

frequenza di *spikes* determina un aumento della sincronia, ciò non significa ancora che sia “possibile distinguere la sincronizzazione indotta dalle variazioni nello stimolo da quella invece funzionale alla cooperazione tra neuroni che fanno parte della stessa costellazione, necessaria a selezionare l'attività neurale di quei neuroni preposti alla rappresentazione del medesimo stimolo” – Ghilardi (2011), p. 201: solo facendo riferimento “[al]la sincronizzazione e mantenendo costante la frequenza, l'esatto *timing* degli *spikes* permetterebbe di distinguere le due rappresentazioni neurali e quindi di codificare in parallelo, cioè simultaneamente, più stimoli”: *ivi*, p. 200.

⁴⁶² Il numero di stimoli discernibili non è infinito, né supera quello dei neuroni presenti nel cervello. Anche se il numero di neuroni che risponde ad uno stimolo specifico è tutt'altro che esiguo, e anche se, salvo il caso di alcune aree altamente specializzate della corteccia visiva, ogni singola cellula risponde ad un numero piuttosto limitato di caratteristiche di uno stimolo, l'ipotesi secondo cui una cellula risponde solo in presenza di uno stimolo specifico, in corrispondenza 1:1, rimane implausibile.

⁴⁶³ Un fenomeno connesso all'attività sincronizzata sarebbe anche la preparazione al movimento, cioè l'attivazione delle aree motorie preposte ad eseguire un determinato atto motorio. I processi di preparazione motoria e l'elaborazione sensoriale *top-down* sono entrambi implicati nella formazione di stati predittivi o anticipativi internamente generati, e potrebbero dunque avere un'organizzazione simile. Nell'attività che precede un movimento, infatti, la sincronizzazione neurale si verifica in particolar modo quando ciò che viene atteso è uno stimolo

5. Concetto e anticipazione dell'esperienza

5.1. La funzione del concetto nell'anticipazione del percetto

La percezione di un oggetto non è un processo sequenziale di assemblaggio di componenti, ma richiede un processo di coordinazione, nonché il raccoglimento di un *feedback* continuo tra intelletto e immaginazione o, in sede empirica, tra cervello e recettività. Affinché vi sia conoscenza “oggettiva”, è davvero necessario che, come vuole il concettualismo, siano presenti sia i concetti sia le percezioni sensoriali? La percezione trova davvero le sue condizioni necessarie nel livello categoriale dei concetti? Risponderemo basandoci sui “fatti” sperimentali, senza perdere di vista che, lungi dal provare o confutare le nostre ipotesi, essi possono soltanto darci degli spunti per una riflessione approfondita sulle ricadute concettuali del funzionamento neurale.

Poniamo che ci siano presentate delle carte da gioco in tempi brevissimi e crescenti (dai 10 ai 1000 msec). Nel corso delle presentazioni più brevi, non riusciremo a riconoscere l'immagine stampata sulla carta; tuttavia, la “indovineremo” correttamente. Poniamo ora che nel mazzo siano state introdotte alcune carte

determinato, e aumenta man mano che lo stimolo si fa attendere. Sembra dunque esservi una stretta relazione tra la crescente attesa dello stimolo e la sincronizzazione dell'attività della rete cerebrale. Inoltre, il fatto che i segnali neurali preparatori mostrino una coerenza tra aree molto distanti del cervello confermerebbe che la selezione e la pianificazione delle risposte richiede un'integrazione su larga scala. In breve, la sincronia delle configurazioni delle oscillazioni neurali può avere una funzione predittiva anche nell'elaborazione delle reti sensomotorie. Nel caso della preparazione al movimento, tali configurazioni “sembrano riflettere l'organizzazione dinamica di popolazioni distribuite di neuroni motori e premotori. Dal lato sensoriale, lo stabilirsi di relazioni temporali selettive prima dell'innesco dello stimolo può condurre alla preparazione di particolari costellazioni di stimoli, alle quali l'organismo risponderà più velocemente e con maggiore affidabilità”: Engel *et al.* (2001), p. 713. Il controllo motorio richiede la generazione interna di predizioni sulle conseguenze sensoriali dei comandi motori, e tali predizioni hanno enorme impatto anche nell'elaborazione *bottom-up* degli *input*: “le influenze top-down possono essere definite come fonti intrinseche di modulazione contestuale dell'elaborazione neurale”: *ivi*, p. 714.

incongruenti (ad esempio, un cuore nero o un fiore rosso): in tal caso, se presentate brevemente, identificheremo le carte in modo scorretto, ma, in modo interessante, faremo coincidere il colore percepito con una categoria esistente (identificando, ad esempio, un fiore rosso come un cuore). In presenza di intervalli più lunghi (> 1000 msec), invece, molti di noi riconosceranno l'anomalia, prima mostrando forse una certa inquietudine, dal momento che qualcosa non sembra del tutto esatto, ma cogliendo poi consapevolmente l'errore.

Il noto esperimento delle “carte da gioco”⁴⁶⁴ sembra in effetti fornire una conferma positiva del fatto che ogni percezione sensoriale deve essere sussunta sotto un concetto per poter generare una conoscenza legittima. I risultati evidenziano soprattutto l'influenza che il concetto ha nel determinare la rappresentazione cosciente del percolato sensoriale. In alcuni casi, questo si verifica addirittura anche quando il concetto contraddice i dati sensoriali, se questi sono presentati per un tempo sufficientemente breve. In breve, sembra proprio che completiamo i dettagli *attesi* nella percezione sulla base di cosa *pensiamo* che la cosa sia.

Questo ci fornisce ulteriori dettagli anche rispetto alla problematica del *binding*. Sebbene sia osservabile già al livello percettivo, il *binding* concettuale, generato nel cervello relativamente ai processi sensoriali, deve essere assunto come cognitivamente primario, e come ciò-in-vista-di-cui sussistono i collegamenti inferiori, più legati alla sensorialità e non ancora elevati a coscienza. Non si tratta solo di combinare l'elaborazione di diverse modalità sensoriali (come nella formulazione classica del problema del *binding*), ma del fatto che la recettività ha a che fare sin dall'inizio con un materiale sensoriale che è esso stesso molteplice, e che rimanda ai processi più complessi, attraverso cui esso verrà unificato ed elevato a coscienza. Mentre, in termini filosofici, tale atto di unificazione richiede l'uso dei concetti dell'intelletto (l'unità della percezione è infatti fondata sull'unità della coscienza), in termini neuroscientifici possiamo ipotizzare che i diversi livelli di *binding* sussistano in quanto si risolvono nell'unificazione della coscienza oggettuale⁴⁶⁵.

⁴⁶⁴ Cfr. Bruner & Postman (1949).

⁴⁶⁵ C'è comunque una nutrita schiera di neuroscienziati, con Dennett quale alfiere, che nega proprio il fatto che esista un centro (cartesiano) direzionale delle sintesi successive: cfr. Dennett (2003).

Così, i due livelli dell'elaborazione visiva – uno *preattentivo*, che rileva singole caratteristiche di un percetto, come la forma o il colore, e uno più elevato, che le congiunge in un unico oggetto (corrispondenti alle prime due forme di *binding*) –, si porrebbero già in-vista-di un coglimento complessivo relativo ad “aggregati” di oggetti nello spazio, il che richiede funzioni di complessità maggiore e meccanismi più elevati di organizzazione (terzo *binding*).

5.2. Riflessioni filosofiche sul ruolo della temporalità nella recettività, nella sintesi e nell'unificazione dei percetti

La pregnanza filosofica di queste scoperte è evidente e di primaria importanza. In alcuni ambiti molto significativi della ricerca neuroscientifica odierna, sono emersi problemi che riescono difficilmente risolvibili (ma anche formulabili in modo appropriato) rimanendo entro i limiti degli apparati concettuali utilizzati dagli studiosi sperimentali della mente. Come abbiamo accennato in sede di discussione delle *illusory conjunctions*, sono stati gli stessi neuroscienziati, sollecitati da tale problematicità, ad iniziare analisi concettuali di primaria importanza, trovando nel procedere filosofico una forma di indagine essenziale per rendere conto adeguatamente del modo in cui le dinamiche cognitive, mediate dalle strutture neurofisiologiche del cervello, riescono a produrre una rappresentazione del mondo estremamente integrata e unitaria. In particolare, la concettualità filosofica di pensatori gravitanti intorno alla fenomenologia e alla filosofia trascendentale si è rivelata un fattore determinante nella chiarificazione di problemi riguardanti la struttura spazio-temporale degli oggetti, l'unità temporale degli oggetti percepiti e, infine, l'organizzazione unitaria e la forma straordinariamente integrata dell'esperienza temporale.

La questione del *binding* e, più indirettamente, le problematiche relative a fenomeni come le *illusory conjunctions*, o alla funzione del concetto nella sintesi di un percetto, ci inducono a formulare un interrogativo radicale relativamente all'interpretazione neuroscientifica dei risultati sperimentali. Infatti, mentre questi ultimi attestano *che* si dà, effettivamente, un meccanismo di sintesi attiva della molteplicità sensoriale dei percetti, con ciò non è ancora stabilito *come* ciò sia *possibile*.

La questione filosofica fondamentale riguarda dunque proprio le *condizioni* del darsi di un tale meccanismo, nonché quelle di tutti i processi di sintesi parziale dei percetti, elaborati in vista della costituzione di un'esperienza integrata e unitaria *nel tempo*. Relativamente a questo punto, la concettualità propria del procedere scientifico descrive le caratteristiche del cervello attraverso proprietà quali la predittività, la determinazione *top-down* dei processi di elaborazione sensoriale, l'autonomia, l'autoorganizzazione e la spontaneità intrinseca. Ora, non sono questi anche i caratteri mediante cui, nella *Critica della ragion pura*, Kant caratterizza le strutture *a priori* della soggettività? Con ciò, Kant non presenta forse una concettualità che si approssima sorprendentemente alla descrizione neuroscientifica della facoltà cognitiva? Se è così, non c'è da stupirsi che l'affinità tra la filosofia del pensatore tedesco e le tesi avanzate oggi in ambito neuroscientifico sia stata da più parti riconosciuta come essenziale per comprendere il senso fondamentale di molte scoperte scientifiche.

Certo, il discorso kantiano si muove entro un orizzonte estremamente diverso da quello della concettualità che alimenta il dibattito contemporaneo sulla mente e sulla coscienza. E' evidente, ad esempio, che nell'orizzonte speculativo kantiano non rientrava affatto, come nello studio odierno del cervello, la determinazione del suo effettivo funzionamento: la preoccupazione precipua di Kant era rivolta non tanto alla costituzione della mente o ai suoi contenuti, quanto piuttosto ai *modi* in cui essa rende possibile la conoscenza – non dunque *che cosa* essa sia, bensì *come* essa operi. Riferendoci a una dicotomia oggi d'uso comune, si potrebbe dire che la preoccupazione kantiana era rivolta non ad un'ontologia, ma ad un'epistemologia della mente.

Vi è d'altra parte un'affinità profonda che lega Kant all'indagine odierna sulla mente, e che va ricercata nel carattere *formale* (non certo "formalistico"), mediante cui la filosofia trascendentale kantiana ha caratterizzato le strutture trascendentali del soggetto in quanto condizioni *a priori* della possibilità della conoscenza e dell'esperienza. Le dinamiche neurali del cervello vengono oggi descritte con caratteri quali la "spontaneità", la "predittività" propria degli atti di attesa e di "anticipazione dell'esperienza", "l'auto-organizzazione", la "connettività globale", e così via, che sono tutti profondamente affini a quelli che connotano, in Kant, le strutture trascendentali della facoltà conoscitiva. In altre parole, il modo di operare delle forme *a priori* della soggettività,

descritte da Kant, si trova ampiamente rispecchiato nel tipo di dinamiche delle popolazioni neurali che sottendono specificamente l'attività cognitiva.

Per Kant, affinché sia possibile conoscere qualcosa come oggetto, deve essere dato innanzitutto il “molteplice dell'intuizione pura”, ossia un materiale non ancora unificato, che proviene dalla facoltà recettrice sotto forma di insiemi di determinazioni nel tempo e nello spazio. Questo materiale deve subire diversi processi di “raffinamento” prima di poter essere assunto nella coscienza in forma oggettuale: esso deve essere non solo collegato insieme, ma anche unificato sotto un unico concetto.

Il primo di questi compiti spetta alla facoltà che Kant chiama *Verbindungskraft* (quella *forza collegante* che viene tradotta come “immaginazione”); il secondo è invece opera del *Verstand*, ossia dell'intelletto, che ha la capacità di *elevare a unità* il materiale sensibile sintetizzato dall'immaginazione. La sintesi è già operata dalla forma della sensibilità, ma solo in vista di una funzione che, accompagnandosi ad essa, consenta al molteplice di essere riunito in unità: tale è la facoltà “sintetizzatrice” dell'immaginazione, che è “la capacità di rappresentare un oggetto anche senza la sua presenza nell'intuizione”⁴⁶⁶.

Gli interpreti che hanno fatto riferimento alla filosofia di Kant per tentare di interpretare da un punto di vista filosofico il *binding problem* si sono sempre concentrati sulla sintesi dell'appercezione, che dal punto di vista kantiano tiene insieme i tre “momenti” del processo sintetico alla base di ogni atto cognitivo. Abbiamo visto come la sincronizzazione neurale si ponga *in vista dell'unificazione* di un percolato nel tempo, ma come, tuttavia, essa possa espletare solo il lato *sintetico* di tale processualità, mentre la funzione *unificatrice* è lasciata ad una non meglio specificata funzione “mentale”, la quale vi si dovrebbe aggiungere per elevare il percolato a coscienza. Ora, dato che i sensi ci presentano sempre un molteplice apparentemente irrelato e non ancora conosciuto nella sua unità, affinché il molteplice possa elevarsi a conoscenza occorre l'intervento di un atto che lo unifichi. Tale atto, *sintetico* e prodotto *spontaneamente* dal pensiero, “costituisce il fondamento di una *triplice* sintesi che necessariamente si presenta in ogni conoscenza, cioè la sintesi dell'*apprensione* delle rappresentazioni – in quanto modificazioni dell'animo – nell'intuizione, la sintesi della *riproduzione* di

⁴⁶⁶ Kant (2004), p. 121.

esse nell'immaginazione e la sintesi della loro *ricognizione* nel concetto"⁴⁶⁷.

Questa affermazione kantiana trova una profonda affinità con la *triplice* sintesi descritta in sede neuroscientifica come il meccanismo responsabile della congiunzione delle molteplici proprietà di un percelto e della loro unificazione nella coscienza. In Kant, le tre sintesi fanno riferimento a "tre fonti conoscitive soggettive", che rendono possibile l'uso dell'intelletto nella produzione della conoscenza empirica: la sintesi dell'apprensione è l'azione, diretta all'intuizione, che conferisce unità al molteplice contenuto *in* quest'ultima (ma non ancora procurato *da* essa), raccogliendolo come contenuto in un'unica rappresentazione dopo aver distinto in esso la *temporalità* nella successione delle impressioni. In assenza di una tale distinzione *diacronica*, nessun molteplice potrebbe essere colto: infatti, "in quanto contenuta in un istante, ogni rappresentazione non può mai essere qualcosa d'altro se non assoluta unità"⁴⁶⁸.

Nel momento dell'apprensione, la sintesi coglie il molteplice nell'intuizione, unificandolo in un'unica rappresentazione il cui *contenuto* è il molteplice stesso. Per Kant, come per molti neuroscienziati odierni, *tutte* le intuizioni, per procurare qualche conoscenza, devono necessariamente contenere "una congiunzione del molteplice tale da rendere possibile una completa sintesi della riproduzione"⁴⁶⁹. Una rappresentazione "intera" si può formare solo in virtù della riproduzione di molteplici rappresentazioni l'una dopo l'altra: "[l]a sintesi dell'apprensione è quindi connessa in maniera indissolubile alla sintesi della riproduzione"⁴⁷⁰. Infine, la sintesi della ricognizione è, infine, la coscienza dell'atto che rende possibile ogni riproduzione, e quindi la coscienza del fatto che ogni nuova rappresentazione appartiene a quel medesimo atto che ha prodotto quella precedente. Questo consente l'unificazione non solo del molteplice dell'intuizione (apprensione) e della riproduzione di questo come contenuto in una rappresentazione, ma anche della coscienza dell'unità, per così dire, "a lungo termine" degli atti precedenti che hanno costituito, *diacronicamente*, l'esperienza di un oggetto nel tempo.

⁴⁶⁷ Ivi, p. 1205.

⁴⁶⁸ Ivi, p. 1207.

⁴⁶⁹ Ivi, p. 1211.

⁴⁷⁰ Ibid.

La “congiunzione” (*Verbindung*) operata dall’immaginazione, che nel mondo odierno corrisponde alla nozione di *binding*, consiste nell’atto di rappresentare “l’unità sintetica del molteplice”⁴⁷¹, ed è precisamente l’operazione di quella che Kant chiama la “spontaneità” della facoltà rappresentativa: “la congiunzione (*coniunctio*) di un molteplice in generale non può mai venirci dai sensi, e dunque non può neanche essere contenuta di già nella forma pura dell’intuizione sensibile, poiché come congiunzione essa è un atto della spontaneità della capacità rappresentativa [*Spontaneität der Vorstellungskraft*]. E se è vero che quest’ultima, per essere distinta dalla sensibilità, dev’essere chiamata intelletto, allora ogni congiunzione [...] è un’operazione dell’intelletto che in generale potremmo denominare sintesi, anche per avvertire, con ciò, che noi non possiamo rappresentarci nulla di congiunto nell’oggetto senza averlo prima congiunto in noi stessi, e che fra tutte le rappresentazioni la congiunzione è l’unica che non può essere data dagli oggetti, ma può essere eseguita soltanto dal soggetto stesso, giacché essa è un atto della spontaneità del soggetto”⁴⁷².

Mediante la sola sintesi non si dà dunque ancora conoscenza: quest’ultima abbisogna infatti dell’intervento dell’intelletto, che nel concetto forma l’unità “sintetizzata” delle rappresentazioni, consentendo all’oggetto di essere conosciuto come contenuto di coscienza⁴⁷³. Alla sintesi, come funzione che sfocia nell’unificazione di un molteplice, occorre dunque aggiungere un’altra operazione, e cioè l’unificazione effettuata dell’atto intellettuale, il quale raccoglie il materiale sintetizzato dall’immaginazione e lo trasforma in concetto⁴⁷⁴.

Ora, il fatto che i primi due tipi di *binding*, incontrati sopra (*binding* di proprietà e *binding* di parti dell’oggetto) condividano il medesimo meccanismo neurale significa, in termini kantiani, che vi sarebbe un medesimo sostrato preposto al processo di *sintesi* delle determinazioni

⁴⁷¹ Cfr. *ivi*, p. 241.

⁴⁷² *Ivi*, p. 239.

⁴⁷³ Cfr. *ivi*, p. 205.

⁴⁷⁴ I due termini kantiani “sintesi” e “unità”, nonostante siano spesso usati come sinonimi, non coincidono dunque né nel significato, né nella loro funzione. Quando, in ambito neuroscientifico, si parla di unità come sinonimo di identità o individualità, non bisogna dimenticare che per Kant l’unità *come categoria* dell’intelletto non è originaria, ma *presuppone* l’atto sintetico di unificazione, che rende possibile l’unità come categoria. L’*unità* è una delle categorie della “quantità”, assieme a quelle di pluralità (*molteplicità*) e di *totalità*.

spaziali e delle proprietà di un oggetto. Cosa che avviene in sede immaginativa, dove le “parti” dell’oggetto e le sue “proprietà” vengono collegate per mezzo della facoltà immaginativa in vista della loro unificazione da parte dell’intelletto. Se le prime due forme di *binding* sono associabili al ruolo dell’immaginazione, che è quello di *porre* primariamente *in relazione* diverse determinazioni, la terza forma di *binding* (l’unità oggettuale o di molteplici oggetti) opera similmente all’intelletto kantiano, cui spetta l’atto di *conferire unità* agli oggetti.

Se accettiamo la distinzione kantiana, non ci è difficile scorgere come i processi messi in luce in sede neuroscientifica confermino, dal punto di vista empirico, l’originaria intuizione kantiana della tripartizione della facoltà conoscitiva. Non è un caso che, in sede neuroscientifica, il *binding* sia stato suddiviso in tre tipi⁴⁷⁵ (*binding* di proprietà, *binding* di parti dell’oggetto e *binding* di molteplici oggetti), come non è un caso che ciò si manifesti anzitutto in sede sensoriale e, in seguito, a livelli sempre più elevati, nei quali la conoscenza oggettuale si esprime in modi assai più complessi e compiuti. Sembra invero che la pur dibattuta, ma analitica e dettagliata tripartizione degli atti sintetici presentata da Kant nella prima edizione della *Critica della ragion pura* presenti proprio, e in modo tanto più specifico, le funzioni assunte dai tre tipi di *binding*. Le tre sintesi kantiane dell’apprensione, della riproduzione, e della ricognizione in concetti, infatti, potrebbero essere considerate come le basi concettuali della triplice funzione del *binding* in ciascun momento cognitivo completo.

L’originarietà della sintesi non sta solo nel porsi trascendentalmente a fondamento di ogni possibile unificazione e, quindi, della possibilità stessa che qualcosa diventi oggetto per noi; essa è originaria anche rispetto a qualsiasi altro atto dell’intelletto medesimo – financo dell’atto intellettuale più comune, che è quello della divisione e dell’analisi. Il darsi di quest’atto presuppone sempre una sintesi, che lo precede e lo rende possibile: l’intelletto non può operare l’analisi se non a partire da un tutto che è dato preliminarmente. Si potrebbe dire che la

⁴⁷⁵ Solo A. Brook (1994) sembra avvedersi che, in riferimento alla triplice suddivisione del processo di *binding* da parte di A. Treisman (2003), vi sono assonanze con la tripartizione kantiana delle sintesi, lamentando però il fatto che, a causa della negligenza degli scienziati cognitivi, si sono coniatu nuovi termini per dire qualcosa che nella tradizione filosofica aveva già un nome: cfr. Brook (1994), p. 35.

pluralità di tracciati saccadici, incontrati sopra nel lavoro di A. Yarbus, si pone già *in-vista-di* un'unificazione che della figura reale mantiene solo i tratti significativi. Questi, infatti, sono selezionati sin dall'inizio dal sistema visivo, come se questo sapesse "in anticipo" dell'esistenza di quelle funzioni che finiranno per elaborare pienamente quel materiale. Allo stesso modo, la sensibilità in Kant opera sì secondo strutture autonome, ma essa è già sin dall'inizio intesa a presentare il molteplice intuito alla facoltà sintetizzatrice, che lo porgerà, sintetizzato, all'intelletto, affinché questo lo elevi a coscienza in qualità di rappresentazione unificata.

Se è così, allora, scostandoci per un momento da Kant, occorre ammettere che già in sede di recettività neurale vi è un "in-vista-di" che, nonostante l'atomicità in cui le configurazioni nervose degli stimoli sono accolte, è già governato dalla direzionalità "dall'alto" verso cui esso tende, in una sorta di causalità circolare "in avanti" e "all'indietro". Così, non sorprende nemmeno che, come abbiamo visto sopra, le diverse qualità di un oggetto siano elaborate in tempi diversi: il materiale sensibile è infatti distribuito non solo nello spazio (le diverse parti di un oggetto) ma anche nel tempo (l'appercezione avviene in una serie successiva di "ora").

È come se, cioè, il tempo fosse già presupposto in ogni atto cognitivo. In effetti, come sarebbe possibile una rappresentazione stabile dell'oggetto se la facoltà conoscitiva non fosse per così dire già al corrente dello sviluppo temporalmente diacronico cui ogni percolato va necessariamente incontro? Vi è dunque qualcosa che sta alle spalle anche della sintesi, e che la rende anzi possibile, e questa è l'*unità*, in cui la sintesi trova il suo compimento. Si tratta dell'unità come *atto* spontaneo originario dell'intelletto (e non dell'unità come categoria), il quale raccoglie ed eleva a concetti le molteplici rappresentazioni fornitegli dall'immaginazione, rendendo con ciò possibile non solo ciascun atto particolare di sintesi ma, più in generale, la totalità stessa dell'esperienza. Si potrebbe dire che la sintesi precede l'analisi come, aristotelicamente, l'atto precede la potenza, e come la forma precede la materia. Dire che il molteplice precede l'atto sintetico che lo integra in unità è corretto solo dal punto di vista di una *ratio cognoscendi* che proceda "dal basso verso l'alto", mentre da un punto di vista *top-down* (ossia kantianamente *trascendentale*) si deve dire piuttosto che "è la

rappresentazione dell'unità che, aggiungendosi alla rappresentazione del molteplice, rende possibile per prima il concetto di congiunzione"⁴⁷⁶.

5.3. La rappresentazione dell'oggetto integrato come risultato della sintesi dell'appercezione

Nei paragrafi precedenti, abbiamo visto come la concettualità kantiana sia assolutamente affine al fondamento teorico che ha guidato diverse interpretazioni neuroscientifiche concernenti l'elaborazione integrata di un percelto nel tempo. In particolare, abbiamo descritto la sintesi di un percelto, indagata in sede neuroscientifica attraverso la nozione di *binding*, come un processo che trova in Kant il suo fondamento concettuale, in particolare quando si tratta di spiegare come configurazioni molteplici di attività neurale, connesse alle diverse proprietà o parti di un oggetto, sono sintetizzate e unificate in vista di un'esperienza coerente dell'oggetto unificato.

Se ci fermassimo alla superficie di questa comparazione, non avremmo rinvenuto che una somiglianza meramente esteriore, che non ci consentirebbe di rispondere alla questione posta sopra, e che vale la pena di ricordare: come è possibile passare dal *che* al *come* dei processi coinvolti nella sintesi e nell'unificazione di un percelto nel tempo? Quali sono le *condizioni* della sincronizzazione e dello stesso *binding*, che emerge dall'osservazione empirica dei processi neurali? Se il riferimento alla filosofia kantiana fornisce davvero la possibilità di analizzare il problema dal punto di vista delle sue condizioni di possibilità, allora avremmo guadagnato un buono strumento per tentare di proporre un esempio risolutivo dell'aporia in cui ci troviamo.

Sia in Kant, sia in ambito neuroscientifico sappiamo che le diverse determinazioni di un percelto devono essere associate e riferite al medesimo oggetto: "nella misura in cui tali conoscenze possono riferirsi ad un oggetto, esse devono anche accordarsi necessariamente l'una con l'altra in relazione all'oggetto, cioè devono possedere quell'unità che costituisce il concetto di un oggetto"⁴⁷⁷. Ma poiché noi accediamo solo alle nostre rappresentazioni, e poiché l'oggetto che vi corrisponde non è nulla per noi, essendo sempre qualcosa di diverso

⁴⁷⁶ Kant (2004), p. 241.

⁴⁷⁷ Kant (2004), p. 1215.

dalle rappresentazioni che possiamo formarcene, l'unità che pertiene all'oggetto non si trova nell'oggetto stesso, ma vi è conferita dall'unità della coscienza del soggetto. La conoscenza dell'oggetto è possibile solo in virtù della sintesi del molteplice delle rappresentazioni, e l'oggetto è conosciuto solo per mezzo del concetto che lo rappresenta. Ciò non significa che esso sia una illusione della nostra facoltà rappresentativa, ché anzi “il concetto puro di questo oggetto trascendentale [...] è ciò che in tutti i nostri concetti empirici in generale può procurare [una] relazione ad un oggetto, cioè realtà oggettiva”⁴⁷⁸. La *realtà oggettiva* della nostra conoscenza empirica riposa sul fatto che tutti gli oggetti devono necessariamente sottostare alle regole *a priori* della loro unità sintetica, il che assicura che la legge trascendentale dell'unità della coscienza si possa applicare oggettivamente a tutti i fenomeni che si conformano ad essa⁴⁷⁹.

L'“appercezione trascendentale” è in tal modo costituita quale fondamento *trascendentale a priori* dell'unità della coscienza, e *rende possibile* la sintesi di ogni molteplice dato non solo nell'intuizione, ma anche in tutti i concetti degli oggetti in generale, e quindi di tutti gli oggetti dell'esperienza. Non si tratta della coscienza *empirica* di se stessi, la quale non può mai darci la rappresentazione di un Sé stabile e permanente nel costante flusso dei fenomeni interni (e tale coscienza empirica potrebbe certo essere correlata al *binding* “sincronico”, che unifica gli oggetti nel “qui ed ora” del loro manifestarsi), ma di una condizione *trascendentale* che precede, rendendoli possibili, tutti i dati dell'intuizione e tutte le rappresentazioni di un oggetto: “la coscienza originaria e necessaria dell'identità di se stessi è allo stesso tempo coscienza di un'unità altrettanto necessaria della sintesi di tutti i fenomeni secondo concetti, cioè secondo regole che non soltanto li rendono necessariamente riproducibili, ma che, con ciò, determinano anche l'oggetto per la loro intuizione, cioè il concetto di qualcosa in cui essi necessariamente si

⁴⁷⁸ Ivi, p. 1219.

⁴⁷⁹ Un concetto puro che sia prodotto interamente *a priori* non può contenere qualcosa di empirico, giacché ciò contraddirebbe il suo carattere di purezza e, nella misura in cui l'empirico è sempre colto *a posteriori*, anche la sua apriorità. Se dunque vi sono dei concetti puri e *a priori*, essi non conterranno nulla di empirico, ma saranno anzi le condizioni trascendentali di ogni conoscenza possibile. I concetti puri dell'intelletto sono concetti che soddisfano siffatto carattere *formale* e *oggettivo* proprio delle condizioni di possibilità dell'esperienza, in quanto solo per mezzo di essi un oggetto può esser conosciuto in senso pieno.

congiungono: infatti l'animo non potrebbe giammai pensare, e per giunta a priori, l'identità di se stesso nella molteplicità delle sue rappresentazioni, se non avesse davanti agli occhi l'identità della sua operazione, che sottopone ogni sintesi dell'apprensione (che è empirica) ad una unità trascendentale e rende innanzitutto possibile a priori la connessione delle rappresentazioni secondo regole"⁴⁸⁰.

Nelle odierne neuroscienze, l'*object feature binding* è spesso inteso come l'atto sintetico che ci consente di unificare diverse *proprietà* in un oggetto. Come risultato dell'integrazione, tuttavia, tale *oggetto* viene spesso interpretato come una rappresentazione unitaria di cui siamo consapevoli. Questo processo coinvolge tuttavia l'intero processo di sintesi che, a partire dalla sintesi dell'apprensione nell'intuizione, passando attraverso la riproduzione nell'immaginazione, genera infine il *concetto* dell'oggetto nella totalità dell'esperienza. La nozione stessa di *concetto* si riferisce alla coscienza dell'unità del molteplice riprodotto in una rappresentazione. I momenti della "triplice sintesi" non sono così scindibili nell'esercizio della loro attività (*in actu exercito*, come usavano dire gli scolastici), ma lo sono nella spiegazione *trascendentale* dell'atto mediante cui un oggetto viene sinteticamente costituito a partire da un molteplice dato.

Ora, gli stadi del *binding* non corrispondono forse a tali passaggi, in particolar modo quando Kant tratta del lato *empirico* della sintesi dell'appercezione? E la coscienza oggettuale prodotta dalla sfera più elevata del *binding* non è forse paragonabile al lato pur sempre *empirico* dell'unità sintetica dell'appercezione, la quale riconduce al soggetto il molteplice dell'esperienza che ne facciamo, producendo la coscienza dell'oggetto? Se così fosse, non dovremmo dire allora che la forma più elevata di collegamento non presuppone, ma è anzi presupposta, al livello trascendentale, dagli altri atti parziali di collegamento? In ultima istanza, se l'analisi dei momenti di questa integrazione si rivelassero coerenti anche da un punto di vista neurofisiologico con la triplice suddivisione kantiana del processo di sintesi empirica del molteplice, allora non si dovrebbero forse invitare le neuroscienze a considerare più da vicino questo aspetto della riflessione kantiana, in particolare per quanto riguarda la costituzione trascendentale del soggetto come riferimento preliminare delle proprie ricerche? Se fosse così, allora avremmo ritrovato il filo che ci conduce dal *che* del darsi di un processo

⁴⁸⁰ Kant (2004), p. 1219.

sintetico al *come* della sua possibilità, ossia avremmo rinvenuto le condizioni *trascendentali* delle sue manifestazioni empiriche, una delle quali è certo attestata dal fenomeno della sincronizzazione neurale.

6. Il binding e l'unità dell'appercezione in Kant

6.1. Soggetto è unità

Nei paragrafi precedenti abbiamo visto che la soluzione forse più interessante, proposta in ordine alla risoluzione del problema del *binding*, è quella che allo stesso tempo più si avvicina alla filosofia kantiana, poiché trova nella temporalità la struttura fondamentale della coordinazione simultanea tra le regioni cerebrali preposte all'elaborazione delle diverse proprietà di un percelto e, più in generale, del molteplice dell'esperienza. In particolare, il fatto che l'elemento responsabile dell'integrazione delle rappresentazioni sia identificato con la sincronizzazione "spontanea" di diverse popolazioni neurali ricorda da vicino la "spontaneità" come carattere proprio delle strutture *a priori* del soggetto di matrice kantiana⁴⁸¹ nel momento in cui queste si rivolgono all'empirico per assoggettarlo alle proprie forme trascendentali. Occorre sempre tener presente che la spontaneità di cui parla Kant ha carattere squisitamente trascendentale, mentre la spontaneità di cui parlano gli neuroscienziati sarebbe riguardata da Kant più come una forza impulsiva empiricamente determinata che come una forma *a priori* della soggettività.

Da questo punto di vista, si potrebbe pensare alla sincronizzazione neurale come ad un'istanziamento neurofisiologica guidata dalla sintesi kantiana dell'immaginazione *rivolta all'empirico*, la quale mira all'unità dell'esperienza nella coscienza ed è resa possibile dall'unità trascendentale di quest'ultima: come, infatti, è la spontaneità dell'immaginazione che opera la sintesi del molteplice contenuto nell'intuizione, allo stesso modo il meccanismo della sincronizzazione neurale porta a compimento la coordinazione della molteplicità di

⁴⁸¹ Va chiarito sin d'ora che la spontaneità di cui parla Kant ha carattere squisitamente trascendentale, mentre la spontaneità di cui parlano gli neuroscienziati sarebbe riguardata da Kant più come una forza impulsiva empiricamente determinata che come una forma *a priori* della soggettività.

informazioni elaborate a partire dall'*input* sensoriale. Se dovessimo ricercare la *condizione* della loro possibilità, questa dovrebbe essere trovata in una struttura trascendentale assai simile all'unità pura dell'appercezione kantiana.

Infatti, ritenere, come fanno molti neuroscienziati, che questo meccanismo neurale sia responsabile non solo dell'*integrazione* degli attributi di un percelto, ma anche della costituzione della rappresentazione di un oggetto unificato *nella coscienza*, significa trascurare una distinzione concettuale fondamentale: quella tra la sintesi del molteplice di un percelto colto spazio-temporalmente e l'unificazione del percelto integrato nella rappresentazione cosciente dell'oggetto. Per Kant, la sintesi dell'immaginazione non è sufficiente a generare una rappresentazione *cosciente* dell'oggetto, ma rimanda all'unità trascendentale dell'appercezione come al fondamento ultimo di ogni sintesi e della stessa unità dell'intelletto. Ogni coscienza *empirica* di un oggetto deve infatti riferirsi necessariamente all'unità *trascendentale* della coscienza, che produce il concetto dell'oggetto, in cui *pensiamo* quest'ultimo come un'entità unitaria e persistente “nel tempo”, nonostante il carattere mutevole e transitorio con cui lo *percepriamo*. Proprio in quanto *condizione di possibilità* della conoscenza dei fenomeni nel tempo (e nello spazio), l'unità trascendentale della coscienza non è essa stessa soggetta alle condizioni del tempo (e dello spazio). Essa non è punto conoscibile, ma solo pensabile come il sostrato identico e immutabile di tutte le nostre rappresentazioni.

Se la sincronizzazione attesta soltanto *che* vi è, a livello neurofisiologico, una sintesi del molteplice contenuto nell'*input* sensoriale, per spiegare *come* essa sia *possibile* siamo dunque rimandati ad un principio che non risiede negli oggetti né nella sintesi stessa, bensì nell'*atto* mediante cui il soggetto unifica *a priori* il molteplice contenuto nell'intuizione dell'oggetto. La prospettiva che descrive il cervello “dal basso verso l'alto”, a partire dalle funzioni *empiriche* che esso manifesta, viene così capovolta, mediante la determinazione “dall'alto verso il basso” delle condizioni *trascendentali* di un tale funzionamento. Quali manifestazioni fenomeniche di un atto più originario, tali condizioni si concretano nella “spontaneità” mediante cui l'unità trascendentale della coscienza riconduce *a priori* il molteplice all'unità del suo riferimento, cioè all'Io penso.

Il riferimento a Kant assume dunque particolare importanza proprio riguardo ad alcune delle questioni oggi più dibattute nell'ambito delle discussioni teorico-scientifiche. Esso offre una struttura concettuale forte in ordine alla spiegazione del problema del *binding* di proprietà di un oggetto nel tempo e, più in generale, della costituzione di un'esperienza cosciente diacronicamente coerente. La preoccupazione peculiare, che accompagna Kant lungo tutto l'arco della sua speculazione, consiste infatti nell'individuazione delle forme *a priori* che rendono possibile l'unità fondamentale dei più diversi ambiti dell'esperienza, scorgendone le radici nella costituzione trascendentale del soggetto. Questo comporta una tensione che, diretta verso forme di unificazione dell'esperienza sempre più comprensive, costituisce forse il principale fattore di attrazione esercitato dalla filosofia kantiana nei confronti delle odierne neuroscienze.

Talora in modo esplicito, talaltra implicito, molti neuroscienziati, riferitisi alla filosofia kantiana proprio per ottenere un contributo essenziale all'interpretazione dei risultati sperimentali, sono stati attratti proprio dal legame inscindibile che Kant stabilisce tra "unità" e "soggettività" – la prima riproposta in modo problematico nel *binding problem*, la seconda divenuta funzione di un enorme potere costituente relativamente all'integrazione e alla coerenza dell'esperienza. È questa "tensione all'unità" che, rappresentando il vero e proprio "atto" della soggettività nella sua protensione al mondo, ci consente di intravedere le condizioni sia della processualità "collegante" del pensiero sia del *modus operandi* dei suoi correlati neurali.

L'affinità d'intenti tra Kant e parte delle odierne neuroscienze è stabilita dunque dai presupposti formali, che trattano la facoltà conoscitiva umana in ordine al rinvenimento delle strutture prioritarie che le consentono di svolgersi coerentemente e unitariamente nel tempo. Il concetto neuroscientifico di "*top-down*" esprime proprio una formulazione odierna di ciò che intendeva Kant quando parlava dell'*apriorità* delle strutture trascendentali della soggettività. Abbiamo visto che, secondo Kant, per avere conoscenza di un oggetto nello spazio e nel tempo occorre anzitutto che il molteplice contenuto nell'intuizione sensibile sia coordinato dall'immaginazione, e che l'intelletto riferisca le sue diverse rappresentazioni al concetto di un singolo oggetto unificato. Allo stesso modo, gli studi odierni sul cervello hanno trovato nell'integrazione degli attributi di un percetto la

condizione necessaria al sorgere della coscienza di un oggetto unificato⁴⁸².

Sia in ambito neuroscientifico, sia nel mondo filosofico, abbiamo dunque rinvenuto un medesimo assunto di carattere *formale*, non solo nel carattere gerarchico e direzionato dell'attività cognitiva (“*top-down*” e “*a priori*”), ma anche nel ripercuotersi della medesima struttura (“*binding*” e unità sintetica dell'appercezione) ai diversi livelli della conoscenza. Non solo, infatti, i processi *top-down* rispecchiano gli stessi caratteri che Kant attribuiva alle strutture *a priori* del soggetto – direzionalità “dall'alto verso il basso”, *a priorità* rispetto ad elaborazioni ulteriori e più specifiche, indipendenza dall'azione di stimoli esterni, e così via); ma la pervasività totale del momento cognitivo, propria del processo di *binding*, rispecchia a sua volta il potere costituente che l'unità sintetica dell'appercezione possiede non solo per la produzione della conoscenza oggettuale, ma anche nel dominare trascendentalmente i *modi* stessi dei livelli inferiori dell'elaborazione. In breve, spontaneità, predittività, pervasività “dall'alto verso il basso” e *apriorità* caratterizzano singolarmente tanto le strutture trascendentali kantiane quanto le forme strutturali attraverso cui l'attività neurale è indagata.

6.2. Dall'unificazione oggettuale all'unificazione di un oggetto “nel tempo”

Normalmente, il contenuto rappresentazionale⁴⁸³ di un oggetto appare alla coscienza come una singola entità unificata non solo nella molteplicità dei suoi aspetti *spaziali*, ma anche nel divenire *temporale* in cui si trova di volta in volta situato. Con ciò, il problema dell'*object feature*

⁴⁸² E infatti, in alcune sindromi neurologiche che comportano deficit in questa *capacità* di integrazione, si verificano fenomeni di percezione inconscia, in cui i soggetti mostrano, ad esempio, di poter cogliere un fenomeno nel tempo e nello spazio, senza tuttavia poter riferire *nella coscienza* il fenomeno percepito alla rappresentazione dell'oggetto corrispondente.

⁴⁸³ Per “contenuto rappresentazionale di un oggetto” si intende qui l'insieme delle proprietà (*features*) dell'oggetto. Inoltre, l'aggettivo “fenomenico” (*phenomenal*) si riferisce qui al modo in cui un oggetto o un evento appare alla coscienza, in modo affine al significato che il termine assume in Engel quando parla della consapevolezza visiva come di una forma di “coscienza fenomenica” (*phenomenal consciousness*): cfr. LaRock (2010), p. 446.

binding diviene il problema dell'unità diacronica degli oggetti (*diachronic object unity*), che riguarda la persistenza di un oggetto *nel tempo*⁴⁸⁴.

Come abbiamo visto, secondo l'ipotesi della sincronizzazione neurale, "l'attivazione selettiva di neuroni in risposta a uno stimolo fisico è generata dalla modulazione della sincronia e non delle velocità di sparo [dei neuroni]"⁴⁸⁵. Ciò significa che non è tanto importante la velocità con cui il singolo neurone risponde ad uno stimolo in ingresso, quanto piuttosto la "modulazione" sincronizzata dei neuroni appartenenti ad un'intera popolazione: "per essere funzionalmente efficienti e per essere selezionati dalla percezione, i neuroni devono essere fortemente sincronizzati e connessi in popolazioni"⁴⁸⁶. In questa visione, la sincronia è non solo responsabile del collegamento, a livello coscienziale, di diversi contenuti rappresentazionali in un medesimo oggetto, ma costituisce anche il correlato neurale del meccanismo che rende un'informazione accessibile alla coscienza. La conclusione fondamentale di una tale interpretazione, che si espone anche alle critiche concettuali più pesanti, è che "solo le risposte neuronali fortemente sincronizzate possono contribuire alla consapevolezza e alla coscienza degli stati fenomenici"⁴⁸⁷.

In primo luogo, sebbene la sincronizzazione neurale sia una condizione *necessaria* alla coscienza, ciò non implica che essa sia l'*unico* correlato neurale dell'unificazione di un oggetto nella coscienza visiva. Sebbene la coscienza fenomenica sia sottesa da una molteplicità di meccanismi, allo stesso tempo la sincronizzazione potrebbe non essere *il* correlato neurale sufficiente a fornire una "soluzione elegante" all'integrazione di un oggetto nella coscienza visiva. Infatti, nel corso della presentazione visiva di un oggetto, la sincronizzazione avviene in corrispondenza sia di stati coscienti sia di momenti inconsci. Inoltre, la

⁴⁸⁴ Ad esempio, E. LaRock (2010) ha proposto una spiegazione alternativa al problema dell'*object feature binding* avanzata da A. Engel (2003) e condivisa, come abbiamo visto, da molti altri importanti neuroscienziati. Vi sono naturalmente altre spiegazioni al problema del *binding*. Ad esempio, LaRock cita la posizione di Francis Crick che, da un lato, assume che la soluzione sia da ricercare in un meccanismo che genera attività attraverso la correlazione temporale tra diversi gruppi di neuroni mentre, dall'altro, darebbe per scontata l'ipotesi basata sulla correlazione temporale.

⁴⁸⁵ LaRock (2010), p. 452.

⁴⁸⁶ Engel *et al.* (2001), p. 145.

⁴⁸⁷ *Ibid.*

sincronia neurale è strettamente correlata alla consapevolezza preattentiva, generata dall'attività inconscia nella corteccia visiva primaria.

Ora, la presenza del processo di sincronizzazione in stati privi di coscienza ha fatto sorgere un ulteriore interrogativo sul ruolo della sincronizzazione: “com'è possibile che la sincronizzazione delle oscillazioni nell'intervallo di frequenze gamma sia il correlato neurale speciale del *binding* nella coscienza visiva, se una tale attività neuronale è connessa anche all'attività inconscia nella corteccia visiva primaria?”⁴⁸⁸. La questione non riguarda tanto il fatto che la sincronizzazione agisca a livello inconscio (è anzi evidente che tale meccanismo opera in modalità di cui noi *non* siamo mai *coscienti*). Il problema sembra piuttosto quello di determinare *che cosa* possa distinguere uno stato mentale cosciente da uno inconscio, dal momento che la sincronizzazione (e il *binding*) sembrano presenti in entrambi i tipi di elaborazione.

In altre parole, se è vero che la sincronizzazione può dare luogo all'elaborazione unificata di informazioni che rimangono tuttavia inconse, sembra cadere con ciò l'assunzione secondo cui la sincronizzazione sarebbe l'unica (o la principale) responsabile del pervenire a coscienza di uno stato mentale. Sembra così di dover ammettere che “la sincronizzazione delle oscillazioni nell'intervallo di frequenze gamma *non* può essere il correlato neurale *speciale* dell'OFB [*object feature binding*] nella coscienza visiva”⁴⁸⁹. Il problema diventa, ancora una volta, quello di comprendere *cosa* caratterizzi in modo peculiare gli stati inconsci, distinguendoli da quelli coscienti, e se anzi abbia un senso distinguere tra i due tipi di stati mentali.

In secondo luogo, a risultare criticabile sarebbe la conclusione, secondo cui “la sincronia neurale fornisce una soluzione elegante al *binding problem* perché causa l'attivazione selettiva dei neuroni che soggiacciono alle caratteristiche di un oggetto quando si verifica una competizione nella rete neurale corticale”⁴⁹⁰. Il modo in cui il cervello demarca e distingue i contenuti rappresentazionali corretti è infatti *concettualmente distinto* dal modo in cui le diverse proprietà di un oggetto

⁴⁸⁸ LaRock (2010), p. 453-454.

⁴⁸⁹ Ivi, p. 454, corsivo mio. La definizione di “coscienza visiva” non è univoca, ma assai controversa tra gli scienziati. In generale, essa si riferisce all'oggetto consapevolmente osservato, e implica talvolta funzioni elevate come l'attenzione.

⁴⁹⁰ Ivi, p. 456.

sono unificate in un singolo oggetto nella coscienza. In altre parole, nemmeno spiegare come avviene la distinzione tra oggetti non significa avere risolto la questione dell'unità della coscienza visiva: si tratta di due movimenti distinti ed anzi in certo senso opposti, perché implicano da un lato l'atto di distinguere diverse caratteristiche di un oggetto e, dall'altro, quello di unificarle in un unico percolato.

Mentre il processo "analitico" distingue, circoscrive e delimita, in virtù delle loro differenze, i diversi elementi che costituiscono un tutto che li precede, vi è anche un processo "sintetico" che unifica il molteplice sparpagliato in un sostrato comune e onnicomprensivo. Kantianamente, il primo processo presuppone il secondo, dal momento che si può "dividere" solo ciò che è stato prima "unificato" (dividere una molteplicità già irrelata di elementi sarebbe infatti un'operazione priva di senso). Se è possibile tradurre questo in termini neuroscientifici, potremmo pensare che, se la sincronizzazione opera sia la distinzione delle proprietà di un oggetto sia il loro collegamento (*binding*) in un unico percolato, è tuttavia quest'ultima funzione che, da un punto di vista logico-concettuale, ha la precedenza sulla prima.

In altre parole, se la *ratio cognoscendi* ci spinge a pensare sempre la molteplicità di rappresentazioni come date *prima* della loro unificazione, la *ratio essendi* dell'unificazione risiederebbe invece nel meccanismo di sincronizzazione, che, precedendo logicamente e di fatto la *possibilità* stessa del darsi di un molteplice, renderebbe con ciò possibile la sua unificazione. Se l'interpretazione è corretta, la sincronizzazione potrebbe essere considerata il corrispettivo neurofisiologico dell'atto che, da un punto di vista kantiano, sta *a priori* a fondamento della possibilità dell'unificazione di un percolato nella coscienza. Anziché sul meccanismo di sincronizzazione neurale, la spiegazione del *binding* deve dunque basarsi su un approccio che, in accordo con le scoperte della psicologia cognitiva, tenga conto delle categorie della filosofia kantiana. Secondo un approccio kantiano, si potrebbe pensare che l'unità diacronica di un oggetto sia resa possibile dalla persistenza non tanto dell'oggetto stesso bensì del *soggetto* conoscente, il che sarebbe anche in accordo con le recenti scoperte neuroscientifiche.

In terzo luogo, proprio a causa del suo carattere transitorio e temporalmente limitato, il meccanismo di sincronizzazione neurale non può per ciò stesso rendere conto dell'unità delle rappresentazioni di un oggetto *nel tempo*. Anche alla luce dell'ipotesi della sincronizzazione, il

carattere *diacronico* e temporalmente esteso dell'oggetto unificato rimane dunque tutto da spiegare. L'unità di un oggetto mostra una continuità nel tempo che è direttamente speculare al carattere diacronicamente esteso della coscienza visiva. Il fatto che, tuttavia, la costanza visiva permanga anche in assenza di *binding* induce a concludere che, “poiché la rappresentazione stabile di un oggetto unificato nelle sue proprietà *persiste oltre* le sottopopolazioni di cellule che sparano sincronicamente, la rappresentazione stabile di un oggetto unificato nelle sue proprietà *non* può essere spiegata in termini di attivazione sincronizzata di neuroni”⁴⁹¹.

Detto altrimenti, se ogni atto di sincronizzazione dà luogo ad un “momento” unificato e temporalmente concluso su se stesso (si ricordi che dopo ogni sincronizzazione vi è un processo di *desincronizzazione*, che consente l'emergere della sincronizzazione successiva, e in cui la sincronia temporale delle risposte neuronali si disperde in modo caotico), allora non si comprende come, in base al solo succedersi di diversi atti di sincronizzazione apparentemente irrelati l'un l'altro, possa crearsi la coscienza della *continuità* nel tempo di un *medesimo* oggetto unificato. Sembra infatti necessario introdurre un *ulteriore* meccanismo che assicuri, alle spalle della sincronizzazione, la continuità stessa di quest'ultima. Le implicazioni metafisiche di tutto ciò risultano evidenti: alcune proprietà della coscienza, come l'unificazione *diacronica* degli oggetti, non sono probabilmente risolvibili in una prospettiva che riduca ad un solo meccanismo la molteplicità dinamica delle funzioni, per mezzo delle quali ci formiamo una rappresentazione coerente dell'esperienza come di qualcosa di unificato nel tempo⁴⁹².

⁴⁹¹ Ivi, p. 457.

⁴⁹² Per spiegare il carattere stabile della rappresentazione di un oggetto *temporalmente persistente*, occorrerebbe inoltre fare appello alla memoria di lavoro a breve termine (*short-term working memory*), presupponendo che tale memoria soggiaccia alla consapevolezza di un oggetto *nel tempo*. Il riferimento alla memoria di lavoro non è trascurabile, e il suo ruolo per la coscienza è stato indagato attraverso studi sull'elaborazione degli stimoli visivi soggetti a sincronizzazione e al *binding* ad essa correlato. F. Crick e C. Koch (1990), ad esempio, hanno tentato di spiegare la consapevolezza visiva attraverso lo studio del ruolo che la coscienza visiva ha nella memoria di lavoro: essi sostengono che l'accesso all'informazione visiva è possibile solo se l'elaborazione avviene in connessione con le aree della memoria di lavoro localizzate nella corteccia prefrontale, e che non abbiamo alcun accesso all'informazione se tale connessione è assente. Tuttavia, come mette in luce J. LeDoux (2002), altro è dire che l'informazione nella memoria di lavoro è ciò che sperimentiamo in maniera cosciente, altro è spiegare come quelle esperienze

6.3. Per un approccio “kantiano” al problema neuroscientifico dell’unificazione degli oggetti nel tempo: la “sintesi” kantiana nell’unificazione “sincronica” degli oggetti

La nostra proposta di associare la nozione kantiana di sintesi al problema odierno del *binding* è rinvenibile anche altrove nella letteratura neuroscientifica⁴⁹³. Come abbiamo visto, la sincronizzazione è ciò che unifica la molteplicità di attività in regioni cerebrali spaziotemporalmente distinte: in altre parole, i processi sincronizzati sarebbero alla base di ciò che fa essere temporaneamente “una” la molteplicità di facoltà cognitive e le loro funzioni altrimenti relativamente autonome. Se le oscillazioni sottosoglia, e lo stesso sorgere di un atto di sincronizzazione *intrinseca* fra diverse regioni cerebrali si possono riferire all’attività *spontanea* del cervello, abbiamo un buono strumento per riferire la concettualità kantiana alla spiegazione neuroscientifica, nella misura in cui ciò che di più proprio possiede la

emergano dalla memoria di lavoro. Ciò, tuttavia, non fa che estendere il problema del *binding* alla sfera della memoria: se i meccanismi della memoria di lavoro a breve termine sono distribuiti nella corteccia, come si spiega il *binding* a questo livello? Come potrebbe il meccanismo della memoria di lavoro unificare le proprietà di un oggetto, se il processo con cui essa immagazzina le informazioni è distribuito spazialmente, in diverse aree corticali, e temporalmente, nella diversità di processi che essa genera? Lungi dal trovare una spiegazione, la questione iniziale risulta anzi moltiplicata, poiché altro è spiegare come le rappresentazioni separate delle proprietà di un oggetto sono *temporaneamente immagazzinate* (o prolungate nel tempo per qualche secondo) dalla memoria di lavoro a breve termine; altro è spiegare come le operazioni distribuite in tale memoria potrebbero collegare tali proprietà in un oggetto unificato *nel tempo* (si tratta del problema dell’unità di un oggetto nel tempo). Immagazzinare temporaneamente i contenuti rappresentazionali di un oggetto non implica la produzione di unità diacronica nel tempo. La memoria di lavoro a breve termine, seppur necessaria a questo scopo, *non* è perciò ancora sufficiente.

⁴⁹³ La nozione di “sintesi” è introdotta da Kant al § 10 (“Dei concetti puri dell’intelletto o categorie”) della *Critica della ragion pura*, appena prima di esporre la “tavola delle categorie”, che è “l’elenco di tutti gli originari concetti puri della sintesi, che l’intelletto contiene a priori in se stesso” – Kant (2004) p. 207 –, per mezzo dei quali soltanto la soggettività “può comprendere qualcosa del molteplice dell’intuizione, e cioè può pensarlo come oggetto”: *ibid.*

soggettività nella sua relazione al mondo è la *spontaneità* dell'atto con cui vi si espone.

Come l'attività cerebrale in assenza di stimoli si manifesta come *intrinseca, spontanea, autogenerata*, così le caratteristiche dell'atto sintetico, che definiscono l'essenza dell'intelletto kantiano, sono l'*a priori*, la *spontaneità* e l'*attività* autogenerata, in un senso che tenteremo ora di chiarire. Infatti, cosa rimane quando togliamo ogni determinazione "esterna" al cervello (non solo ciò che è spazialmente distinto dal sistema nervoso centrale, ma la stessa attività cerebrale indotta dall'ingresso di segnali esterni)? *A priori*, ciò che rimane è proprio un'attività di costante aspettativa, di tensione, di inquietudine e di apertura verso tutto ciò che può provocare l'attivazione delle potenzialità del cervello. Anzi, più che di potenzialità, si dovrebbe parlare di *attualità* intrinseca del cervello, che è *in atto* prima e a prescindere da ogni evento che possa entrare nelle sue maglie processuali.

Ciò non significa che il cervello sia solipsisticamente chiuso in se stesso; che, in altre parole, esso non abbia "bisogno" del mondo. La sua funzione più propria, che è quella cognitiva, si esplica proprio attraverso l'apparato senso-motorio, il quale è sempre diretto verso l'afferramento del mondo empirico. La sua attività di fondo è sì autonoma e intrinsecamente generata, ma rimarrebbe appunto "attività di fondo" se non comparisse in superficie qualcosa di atteso che, in quanto tale, deve provenire da qualcosa d'*altro* da sé.

La "sintesi", per Kant, riguarda il lato della "spontaneità" del soggetto come contrapposto a quello della "recettività", e si riferisce più precisamente all'intelletto come "funzione", cioè come capacità di ordinare diverse rappresentazioni in un'unica rappresentazione. I concetti dell'intelletto non si riferiscono mai direttamente agli oggetti, ma sempre alle loro rappresentazioni, e "si fondano dunque sulla spontaneità del pensiero, così come le intuizioni sensibili si fondano sulla recettività delle impressioni"⁴⁹⁴. Kantianamente, le strutture trascendentali della conoscenza risiedono sì *a priori* nel soggetto, ma la loro funzione non potrebbe mai attuarsi senza presupporre che nell'intuizione qualcosa (il molteplice) è già *dato* – se, in altre parole, ciò che è *altro* dal soggetto non desse "segno di sé" attraverso la ricezione soggettiva della sua attualità oggettiva.

⁴⁹⁴ Ivi, p. 191.

Ora, spazio e tempo, come forme della sensibilità, contengono il molteplice dell'intuizione pura a priori, e appartengono al lato della "recettività". L'altro lato, quello della "spontaneità", "esige che, dapprima, questo molteplice venga in certo modo attraversato, raccolto e connesso [*durchgegangen, aufgenommen, und verbunden*], perché se ne possa fare una conoscenza" ⁴⁹⁵. È quest'operazione che Kant chiama "sintesi"⁴⁹⁶ (*Synthesis*). Nel suo significato generale, essa è "quell'operazione che consiste nell'aggiungere l'una all'altra diverse rappresentazioni, e nel comprendere la loro molteplicità in un'unica conoscenza"⁴⁹⁷.

Se dovessimo pensare ai possibili correlati neurali di tali operazioni, potremmo dire che la sintesi dell'immaginazione e l'unificazione ad opera dell'intelletto siano entrambe accompagnate da processi di sincronizzazione. Ora, ipotizziamo di poter considerare separatamente le due funzioni di "sintesi" e di "unificazione", separando cioè l'immaginazione dall'intelletto (cosa cui Kant non avrebbe acconsentito, ma che possiamo forse figurarci pensando alla possibilità di lesioni cerebrali che mettano fuori gioco parte della nostra facoltà appercettiva preposta all'unificazione sintetica del molteplice). La questione, esposta sopra, di determinare *che cosa* renda il prodotto del processo di sincronizzazione una rappresentazione cosciente, potrebbe essere reinterpretata ipotizzando che una "sintesi senza unificazione", per quanto kantianamente impossibile, possa generare un collegamento inconscio di un percolato, mentre solo con l'intervento dell'unificazione esso emergerebbe a coscienza⁴⁹⁸.

A nostro favore va il fatto che la distinzione tra le nozioni di "unità" e di "sintesi" è esemplificata anche dall'uso kantiano

⁴⁹⁵ Ivi, p. 203.

⁴⁹⁶ L'importanza della sintesi è così cogente che essa è per Kant la "prima cosa" a cui dobbiamo prestare attenzione per scoprire quale sia la natura originaria della nostra conoscenza.

⁴⁹⁷ Kant (2004), p. 203.

⁴⁹⁸ Per Kant, infatti, "[c]iò che per prima cosa ci dev'essere dato, in vista della conoscenza a priori di tutti gli oggetti, è il molteplice dell'intuizione pura; la sintesi di questo molteplice mediante la facoltà di immaginazione è la seconda cosa, ma non ci dà ancora alcuna conoscenza. La terza cosa per poter giungere alla conoscenza di un oggetto che ci si presenti, è costituita dai concetti, i quali danno unità a questa sintesi pura: essi consistono unicamente nella rappresentazione di quest'unità sintetica necessaria, e si basano sull'intelletto: ivi, p. 205.

dell'espressione "unità sintetica", che non è un'espressione ridondante. E ciò perché altro è conferire unità al molteplice (questa è la funzione del concetto), altro è l'opera della sola sintesi, che è invece funzione dell'immaginazione rispetto al molteplice contenuto nell'intuizione. Allo stesso modo, in termini neuroscientifici, una cosa è la semplice sintesi che avviene nell'intuizione del colore, del movimento, o della forma di un oggetto; altra cosa è invece l'atto di "dare unità" a queste sintesi, producendo la rappresentazione di un oggetto unificato. Ma Kant sembra anche affermare che medesima è la funzione che unifica le rappresentazioni in un giudizio e quella che dà unità alla semplice sintesi delle rappresentazioni in un'intuizione: l'analogia, tuttavia, non è tra il piano dei concetti e quello delle intuizioni, bensì tra l'operare dell'intelletto al livello di logica formale e quello al livello di logica trascendentale⁴⁹⁹.

Se la nostra proposta è plausibile, essa potrebbe anche confermare l'ipotesi secondo cui la sincronizzazione, proprio perché agisce in entrambi i processi, non ci dà perciò stesso la possibilità di distinguerli, e si rivelerebbe perciò inadeguata a rappresentare la nota distintiva tra rappresentazioni coscienti e rappresentazioni inconse. D'altra parte, se esiste sia un'unità sintetica sia un'unità analitica, ciò potrebbe significare che, nonostante la priorità dell'unità sintetica su quella analitica, anteriore a entrambe vi è un potere di unificazione che non è (ancora) né analitico né sintetico, e che, per tornare alla questione

⁴⁹⁹ La logica trascendentale si distingue dalla logica generale per il fatto che quella non attende, come fa questa, che le siano date, da qualche fonte estranea, le rappresentazioni che essa deve poi trasformare analiticamente in concetti, ma "trova davanti a sé il molteplice della sensibilità a priori, quello che le viene offerto dall'estetica trascendentale, per dare una materia ai concetti puri dell'intelletto, i quali, senza di essa sarebbero privi di qualsiasi contenuto e quindi completamente vuoti": *ivi*, p. 203. In breve, la logica trascendentale "insegna a ricondurre a concetti non tanto le rappresentazioni, quanto la sintesi pura delle rappresentazioni": *ivi*, p. 205. "Quella stessa funzione che dà unità alle diverse rappresentazioni in un giudizio, dà anche unità alla semplice sintesi di diverse rappresentazioni in una intuizione, e si chiama – con un'espressione generale – il concetto puro dell'intelletto. È lo stesso intelletto, dunque, e per mezzo delle stesse operazioni con le quali – mediante l'unità analitica – esso aveva attuato nei concetti la forma logica di un giudizio, che porta pure – mediante l'unità sintetica del molteplice dell'intuizione in generale – un contenuto trascendentale nelle sue rappresentazioni": *ivi*, p. 205.

precedente, sarebbe più originario della stessa distinzione tra processi coscienti ed elaborazione non cosciente dei percetti.

Con ciò non si vuole destituire di valore il ruolo che l'ipotesi della sincronizzazione temporale gioca nella spiegazione dell'integrazione cerebrale relativamente alla costituzione di un'esperienza unificata degli oggetti, bensì mettere in guardia dalla tentazione di fare del processo di sincronizzazione una sorta di “*deus ex machina*” che risolva tutti i problemi della sintesi e dell'unificazione cerebrale, mentre esso potrebbe essere nient'altro che la manifestazione esteriore di processi più profondi e “spontanei”, mediante i quali mettiamo in forma l'esperienza del mondo.

Analogamente, il fatto *che* il sincronismo si dia è di evidenza sperimentale, mentre resta oscuro quale ne sia la causa o l'origine. Quando ci si chiede *da dove* provenga il sincronismo delle oscillazioni neurali, se esso, ad esempio, sia una funzione innata oppure acquisita, e così via, si rischia infatti di tornare circolarmente a spiegare tutto in base ad un'ipotesi sul funzionamento *effettivo* di processi cerebrali che rimanda all'infinito la questione di ciò che gli sta alle spalle, la quale potrebbe essere invece una struttura *trascendentale* priva di correlati neurali osservabili.

La questione non è di secondaria importanza, proprio perché problematizza filosoficamente il meccanismo della sincronia neurale, analizzandolo rispetto alla funzione che ci consente di conoscere oggetti unificati non solo sincronicamente, ma anche diacronicamente. In questa prospettiva, la spiegazione meccanicistica è sostituita da una spiegazione diversa e di tipo kantiano: “un approccio kantiano sosterebbe che la DOU [l'unità diacronica degli oggetti] ha bisogno del carattere persistente del soggetto cosciente”⁵⁰⁰.

Oltre ad essere superficialmente diretta agli oggetti, l'unificazione è, più profondamente, la struttura stessa della soggettività. Parafrasando la dottrina kantiana, si potrebbe dire che “l'unificazione delle rappresentazioni delle caratteristiche di un oggetto nel tempo richiede un soggetto cosciente persistente o sé”⁵⁰¹. Per Kant, infatti, l'appercezione pura è “quell'autocoscienza che, producendo la rappresentazione io penso – la quale deve poter accompagnare tutte le altre, ed è una e identica in ogni coscienza –, non può essere

⁵⁰⁰ LaRock (2010), p. 460.

⁵⁰¹ Ibid.

accompagnata a sua volta da nessun'altra rappresentazione"⁵⁰², e la sua unità coincide con l'"unità trascendentale dell'autocoscienza"⁵⁰³.

Sembra che un approccio al problema dell'unificazione diacronica degli oggetti che si fondi su queste indicazioni kantiane trovi ampie conferme nelle recenti scoperte neuroscientifiche⁵⁰⁴. Ad esempio, si potrebbe "mostrare che il soggetto cosciente ha una *relazione di continuità* con il flusso di elaborazione delle rappresentazioni di caratteristiche temporalmente separate"⁵⁰⁵. La chiarificazione di siffatta relazione di "continuità", come vedremo ora, potrà far luce sul fondamento stesso della possibilità dell'unità *diacronica* degli oggetti.

6.4. L'asincronicità delle coscienza multiple e le "micro-coscienze"

Se tutti i tentativi di identificare *il* correlato neurale della coscienza presuppongono una nozione di coscienza come entità singola e unificata, non è forse possibile "che la coscienza non sia un'unità, e che vi siano invece molte coscienze, che sono distribuite nel tempo e nello spazio"⁵⁰⁶? Contrariamente alle teorie che descrivono il sistema visivo come il sostrato neurale dell'elaborazione di un'immagine del

⁵⁰² Kant (2004), p. 243.

⁵⁰³ "[...] questa continua identità dell'appercezione di un molteplice dato nell'intuizione contiene una sintesi delle rappresentazioni, ed è possibile soltanto mediante la coscienza di questa sintesi. E questo perché la coscienza empirica, che accompagna diverse rappresentazioni, è dispersa in se stessa e non ha alcun rapporto con l'identità del soggetto. Un rapporto, quest'ultimo, che non si realizza dunque solo per il fatto che io accompagni con la coscienza ogni rappresentazione, bensì per il fatto che io aggiungo una rappresentazione all'altra, e sono cosciente della loro sintesi. Dunque, è solo perché io posso congiungere in un'unica coscienza un molteplice di rappresentazioni date, che mi è possibile rappresentarmi la stessa identità della coscienza in queste rappresentazioni: vale a dire che l'unità analitica dell'appercezione è possibile solo se si presuppone un'unità sintetica di essa": *ivi*, p. 243.

⁵⁰⁴ Cfr. Zeki (2003).

⁵⁰⁵ LaRock (2010), p. 460.

⁵⁰⁶ Zeki (2003), p. 214. Zeki non parla qui di "consapevolezza", ma sempre di "coscienza", indicando con ciò il semplice riferimento dei percetti ad un soggetto, che li connette a diversi livelli a seconda del tipo di (macro- o micro-) coscienza *ivi* implicata.

mondo unica, collocata in modo determinato nello spazio e nel tempo, si potrebbe infatti argomentare che ciò non è corretto, almeno *per brevi intervalli di tempo*. Infatti, è solo in intervalli relativamente prolungati, ossia per periodi che si estendono per almeno 500 msec, che vediamo diversi attributi connessi spazio-temporalmente in un oggetto. Alcuni esperimenti hanno invece mostrato che la nostra percezione del colore precede di 80 msec la percezione del movimento. Ma l'”asincronia temporale” non si limita al colore e al movimento: ad esempio, percepiamo la localizzazione prima del colore, e il colore prima dell'orientamento degli oggetti⁵⁰⁷.

La falsificazione dell'unità della coscienza sarebbe qui basata sulla separabilità *temporale* del riconoscimento, da parte del sistema visivo, di due aspetti distinti di un oggetto: se è possibile essere consapevoli *in tempi diversi* di due attributi diversi dello stesso fenomeno visivo, allora non è vero che vi è una singola coscienza unificata. La distinzione *diacronica* dei tempi di elaborazione di ciascun attributo visivo determinerebbe cioè l'*asincronicità* dell'operare della stessa coscienza. Sin dal primo stadio dell'elaborazione sensoriale, la coscienza si presenterebbe perciò come multipla, distinta in una molteplicità di “micro-coscienze”, che rispecchierebbero la scansione temporale in cui vengono elaborati i diversi attributi di un oggetto: “poiché diventiamo coscienti del colore prima di diventare coscienti del movimento, segue inoltre che le micro-coscienze generate dall'attività in due luoghi

⁵⁰⁷ La separabilità temporale di tali tipi di elaborazione è direttamente correlata alla separazione spaziale, o anatomica, tra diverse aree cerebrali. È il caso delle due aree V4 e V5, che negli esseri umani (a differenza che nelle scimmie, dove le connessioni tra le due aree sono comunque estremamente esigue) non mostra correlazioni significative, e si può dire anzi che esse siano anatomicamente quasi separate. Il fatto che la zona centrale per la visione dei colori (il complesso dell'area V4) e il sistema visuo-motorio (che ha la sua sede principale nell'area V5) occupino spazi distinti nella corteccia visiva, in conseguenza della “specializzazione funzionale” del cervello, comporta anche differenze *temporali* nell'elaborazione delle caratteristiche di un percetto. V4 e V5 ricevono input diversi dalla corteccia visiva primaria V1. Lesioni in queste aree comportano *deficit* visivi specifici di quell'area soltanto, e non dell'altra. In particolare, lesioni a V4 conducono ad *acromatopsia* (cecità ai colori, cioè l'incapacità di riconoscere il colore degli oggetti), mentre lesioni a V5 causano *acinetopsia* (cecità visuo-motoria, ossia l'incapacità di riconoscere il movimento). Ad esempio, da alcuni studi sperimentali è emerso che vi può essere visione cosciente anche senza l'attivazione dell'area V1 e che, viceversa, V5 può ricevere *input* che “bypassano” la corteccia visiva primaria V1.

corticali diversi sono distribuite nel tempo. Da ciò segue che le micro-coscienze sono distribuite nel tempo e nello spazio, e che c'è una gerarchia temporale di micro-coscienze"⁵⁰⁸.

Questa prospettiva si concentra sulla distinzione tra, da un lato, diverse "micro-coscienze" preposte alla codifica di singole rappresentazioni in tempi diversi e, dall'altro, una "macro-coscienza", che coincide con la coscienza di un percolato connesso nella molteplicità dei suoi attributi. Mentre le micro-coscienze corrisponderebbero alle sintesi *sincroniche* di singoli attributi di un oggetto, la macro-coscienza genererebbe la coscienza di più rappresentazioni *nel tempo*, ossia la coscienza dell'unità *diacronica* di un percolato⁵⁰⁹. È interessante notare che, seguendo quest'ipotesi, la macro-coscienza può generarsi da un *binding* "falso", come avviene nelle "associazioni illusorie" o *illusory conjunctions*. Infatti, essere coscienti di rappresentazioni *separate* di un oggetto nel tempo non implica essere coscienti del percolato *collegato*.

Tutto ciò, riprendendo la distinzione esposta sopra tra "sintesi" e "unificazione", potrebbe essere interpretato affermando che essere gli "autori" del collegamento parziale di diversi attributi di un oggetto non significa ancora essere "coscienti" del loro legame: ancora una volta, si ha la prova che la semplice *sintesi* è distinta dal processo che ci rende coscienti dell'unità del percolato, e può essere sciolta dal riferimento ad un oggetto – o perlomeno dal riferimento all'oggetto "corretto", come avviene nelle "associazioni illusorie". Da un punto di vista fisiologico, infatti, i luoghi dell'elaborazione percettiva non producono attività sufficiente al sorgere della consapevolezza, ma necessitano dell'intervento di sistemi localizzati nel tronco cerebrale e, probabilmente, anche di altri sistemi corticali ancora inesplorati. Inoltre, "i soggetti diventano coscienti del percolato connesso solo *dopo* essere diventati coscienti degli attributi che sono connessi"⁵¹⁰.

La visione cosciente potrebbe derivare dal potenziamento dell'attività di un'area specializzata, la cui assenza (o la cui diminuzione di attività) determinerebbe l'assenza *tout court* dell'esperienza cosciente: "se è possibile convogliare un *input* visivo appropriato in un'area visiva specializzata, allora l'attività in essa può dare origine a un correlato cosciente, anche se è privo di una delle maggiori fonti dell'*input*

⁵⁰⁸ Zeki (2003), p. 215.

⁵⁰⁹ Cfr. LaRock (2010).

⁵¹⁰ Ivi, p. 216.

visivo”⁵¹¹. Ciò implica che vi può essere percezione visiva cosciente anche se non tutte le aree del sistema visivo sono implicate attivamente⁵¹².

6.5. I livelli gerarchici delle coscienze e la “coscienza unificata” di matrice kantiana

Se vi fosse una “gerarchia” di molteplici coscienze, alla cui sommità starebbe ciò che in Kant corrisponde all’unità sintetica e trascendentale della coscienza, si potrebbero distinguere “tre livelli gerarchici di coscienza: i livelli delle micro-coscienze, della macro-coscienza, e della coscienza unificata. Ciascun livello dipende in modo necessario dalla presenza del precedente. Ad ogni livello, si può postulare una gerarchia temporale”⁵¹³. Ciò è vero per la micro-coscienza, giacché il colore e il movimento, come abbiamo visto, sono percepiti in tempi diversi; ma l’ipotesi è confermata anche per la macro-coscienza, perché il tempo per il *binding* varia a seconda degli attributi collegati. Questo conduce a postulare una serie di gerarchie temporali non solo tra i diversi tipi di coscienza, ma anche all’interno di ciascuna.

Ora, come avviene che tali micro-coscienze generino qualcosa come un’esperienza complessivamente integrata? Come abbiamo ampiamente visto, una delle principali preoccupazioni degli studi sulla visione è stata quella di spiegare come l’attività di aree distinte possa generare la rappresentazione unificata di un percolato integrato. Lungi

⁵¹¹ Ivi, p. 215.

⁵¹² Nella cosiddetta stimolazione “dicotomica”, ad esempio, nella quale stimoli identici vengono presentati brevemente e separatamente di fronte a ciascun occhio, il soggetto è in grado di avere una percezione corretta solo se le due immagini presentate sono del tutto identiche ma non, ad esempio, quando i colori delle figure sono invertiti. Alcuni esperimenti sull’immaginazione hanno inoltre mostrato che le medesime aree preposte al riconoscimento di immagini ordinarie, come una casa o un volto, sono attive anche in assenza dello stimolo e quindi, a maggior ragione, indipendentemente dal fatto che il soggetto ne abbia coscienza o meno. L’attività cerebrale, in questi casi, non si differenzia qualitativamente dall’attività in presenza dello stimolo, ma solo dal punto di vista dell’intensità (maggiore nella prima rispetto che nella seconda). Questo consente anche di aggirare la necessità di postulare aree corticali separate preposte da un lato alla percezione cosciente, dall’altro all’elaborazione non cosciente degli stimoli.

⁵¹³ Zeki (2003), p. 217.

dal costituire una risposta, dire che “è il *binding* stesso che conduce all’esperienza cosciente”⁵¹⁴ significa piuttosto riformulare da capo il problema: “che” il binding ci sia è fuori discussione; il problema è semmai “come” esso sia possibile, specie là dove non vi sono connessioni anatomiche evidenti tra aree diverse e tuttavia implicate nel medesimo processo percettivo.

Dopo aver “diviso” la coscienza in una molteplicità di coscienze parziali, non rimane che fare ricorso all’idea di una “sintesi delle sintesi” per sopperire all’insufficienza esplicativa dell’ipotesi di una coscienza multipla. Ma, così facendo, non si finisce forse per invertire i rapporti ontologici tra la sintesi più originaria, che è l’ultima di cui veniamo a conoscenza, e le diverse sintesi parziali che, nonostante siano le prime cui abbiamo accesso dal punto di vista conoscitivo, devono in ultima analisi fondarsi sulla prima per acquisire un significato nell’elaborazione cognitiva di un percelto? Se si nega questo, è naturale che si sia costretti ad ammettere che “le micro- e le macro-coscienze, con le loro gerarchie temporali individuali, conducono infine alla coscienza unificata, quella di me stesso come persona percipiente”⁵¹⁵. Solo questa è davvero coscienza unificata (al singolare, e senza prefissi): si tratterebbe di ciò che viene chiamato il “Sé”, il quale sta alla sommità della gerarchia dei sistemi di elaborazione delle informazioni.

Nonostante i suoi limiti manifesti, tale interpretazione rimane compatibile con un approccio kantiano, lasciando spazio all’affermazione per cui “il soggetto conoscente ha una *relazione di continuità* con le rappresentazioni delle caratteristiche distribuite nel tempo correlate a diverse aree della corteccia visiva, che non sono così riducibili ad alcuna area neurale specifica nella gerarchia di elaborazione”⁵¹⁶. È questa relazione di continuità, ossia l’aspetto diacronico del processo conoscitivo, a rendere possibile, a sua volta, la continuità diacronica degli oggetti nella coscienza. Ciò che ci consente di essere consapevoli dell’unità *diacronica* di un oggetto integrato *nel tempo* potrebbe essere interpretato come la coscienza unificata che abbiamo ora descritto, in virtù del carattere diacronico dello stesso *soggetto* conoscente o sé. Infatti, “senza il carattere continuo del soggetto conoscente, non potremmo spiegare la macro-coscienza, e senza la

⁵¹⁴ Ivi, p. 216.

⁵¹⁵ Ivi, p. 217.

⁵¹⁶ LaRock (2010), pp. 461-462.

macro-coscienza, non potremmo spiegare l'unificazione delle rappresentazioni delle caratteristiche di un oggetto nel tempo"⁵¹⁷.

Davvero Kant vide "timidamente" la relazione tra la micro-coscienza (la "coscienza empirica") e la coscienza unificata⁵¹⁸? La questione si riferisce ad un passo assai denso di significato, esposto da Kant nella prima edizione della *Critica della ragion pura*, in cui, dopo aver esposto la triplice sintesi che conduce alla conoscenza in senso pieno, egli si propone di riunire ciò che ha presentato "separatamente", per rappresentarlo "unificato e connesso". Qui, Kant procede a fare per così dire la "sintesi delle sintesi", ma non rendendo conto della sintesi originaria a partire dalle sintesi *empiriche*, bensì dimostrando *a priori* la condizione suprema di possibilità non solo dell'unità sintetica dell'esperienza, bensì di ogni sintesi possibile e, in primo luogo, delle tre sintesi pure dell'"appercezione" (sintesi dell'apprensione, sintesi della ricognizione e, infine, sintesi della riproduzione in concetti).

Per Kant, la regola che sta alla base di ogni sintesi del molteplice delle nostre rappresentazioni implica che "siamo coscienti a priori dell'identità universale di noi stessi rispetto a tutte le rappresentazioni che possano mai appartenere alla nostra conoscenza, come una condizione necessaria della possibilità di tutte le rappresentazioni (poiché queste in me rappresentano qualcosa, per il solo fatto che appartengono con tutto il resto ad un'unica coscienza, e quindi per lo meno devono poter essere connesse in essa)"⁵¹⁹.

L'unità sintetica del molteplice dell'intuizione è possibile in virtù dell'appercezione pura che, in quanto trascendentalmente identica a sé in tutte le possibili rappresentazioni, sta anche a fondamento di ogni coscienza empirica di un oggetto⁵²⁰. È evidente che Kant vide tutt'altro

⁵¹⁷ Ivi, p. 462.

⁵¹⁸ Cfr. Zeki (2003), p. 217.

⁵¹⁹ Kant (2004), p. 1229.

⁵²⁰ L'interpretazione "kantiana" di Zeki riguarda il *riferimento* della coscienza empirica all'unità trascendentale della coscienza. Una delle spiegazioni più chiare di tale riferimento si trova, come non di rado accade nei testi kantiani, in una nota a piè di pagina nella *Critica della ragion pura*, dove Kant è chiaro nel distinguere la coscienza empirica, cui ogni singola rappresentazione empirica si riferisce, e la coscienza trascendentale o appercezione originaria, che rende possibile la stessa coscienza empirica: "[t]utte le rappresentazioni hanno una relazione necessaria ad una possibile coscienza empirica. [...] Ma ogni coscienza empirica ha una relazione necessaria ad una coscienza trascendentale (che precede ogni coscienza

che “timidamente” la relazione tra la coscienza empirica (la molteplicità delle micro-coscienze, nell’interpretazione di Zeki) e la coscienza trascendentale (che in Zeki corrisponde alla coscienza unificata), tra le quali, per Kant, vi è addirittura una relazione *necessaria*. Ora, ciò che qui viene negata è proprio la necessità di tale relazione. Se le “micro-coscienze” non possono essere identificate con la coscienza empirica kantiana, è proprio perché non si può dire “che la (micro)coscienza ‘empirica’ abbia un riferimento *necessario* alla coscienza trascendentale unificata”⁵²¹.

Come abbiamo visto, la macro-coscienza può essere considerata come ciò che accompagna il soggetto nella *continuità* della sua conoscenza. Se la continuità o persistenza del soggetto conoscente è una condizione necessaria per la macro-coscienza, e quest’ultima lo è

particolare), cioè la coscienza di me stesso, in quanto appercezione originaria. È dunque assolutamente necessario che nella mia conoscenza ogni coscienza appartenga ad un’unica coscienza (di me stesso). [...] La proposizione sintetica: ogni coscienza empirica diversa deve essere connessa in un’unica autocoscienza, è il principio assolutamente primo e sintetico del nostro pensiero in generale. Ma non si deve perdere di vista il fatto che la semplice rappresentazione io, in relazione a tutte le altre (di cui essa rende possibile l’unità collettiva), è la coscienza trascendentale. [...] quel che importa è che la possibilità della forma logica di tutta la conoscenza si basi necessariamente sulla relazione a questa appercezione come ad una facoltà”: *ivi*, pp. 1229-1231. In altre parole, per Kant tutte le rappresentazioni si riferiscono *necessariamente* ad una coscienza empirica possibile, che a sua volta si riferisce alla coscienza trascendentale come al fondamento *a priori* di ogni esperienza.

⁵²¹ Zeki (2003), p. 217. Nonostante Kant non fosse a conoscenza della specializzazione funzionale delle aree cerebrali, egli colse tuttavia che gli attributi degli oggetti devono essere sintetizzati ad uno stadio che precede l’unificazione al livello intellettuale della coscienza “pura”. Si tenga presente che Kant *non* nega che si possa verificare una sintesi parziale, che non raggiunge la coscienza trascendentale, ma solo che una sintesi, la quale non sia unificata sul fondamento dell’unità sintetica dell’esperienza, possa produrre qualcosa come una conoscenza *oggettiva* cosciente. In questo senso, la coscienza trascendentale è presente *a priori* e precede, rendendola possibile, ogni altra esperienza. In ogni caso, nell’interpretazione di Zeki la bilancia pende comunque dalla parte della coscienza “multipla”: egli è infatti convinto che “la ricerca dei correlati neurali della coscienza sarà elusiva fino a che non si riconosceranno le molte componenti della coscienza e la loro relazione temporalmente gerarchica dell’una con l’altra”: *ibid.* Si dovrebbe cioè passare dalla ricerca del correlato neurale *della* coscienza (al singolare) ai correlati neurali delle (molteplici) coscienze.

per l'unificazione delle rappresentazioni delle caratteristiche di un oggetto nel tempo, allora la persistenza del soggetto conoscente è condizione necessaria dell'unificazione delle caratteristiche di un oggetto nel tempo. In questo senso, la *persistenza* del mio Io (o “Sé”) non è semplicemente un co-principio soggettivo che accompagna ogni mia rappresentazione, ma deve essere inteso come “una condizione a cui deve sottostare ogni intuizione per poter diventare un oggetto per me”⁵²², e ciò senza perdere di vista la duplice validità, soggettiva ed oggettiva insieme, dell'unità sintetica della coscienza⁵²³.

6.6. Osservazioni conclusive sulla revisione kantiana del significato della sincronizzazione temporale

Si potrebbe dire che la sincronizzazione temporale rende possibile l'“unità collettiva” di tutte le rappresentazioni accompagnate dall'Io penso; per Kant “questa unità sintetica però presuppone una sintesi, o la include, e se tale unità deve essere necessaria a priori, allora anche la sintesi dovrà essere una sintesi a priori”⁵²⁴. Ciò che rende possibile non solo il raccoglimento sintetico del molteplice per mezzo dell'immaginazione, ma anche la coscienza dell'identità di tale atto, è l'unità trascendentale dell'appercezione⁵²⁵.

Ora, se non v'è dubbio che la sincronizzazione contribuisca a rendere *collettivamente* “una” la molteplicità di rappresentazioni, occorre poi spiegare come queste siano sintetizzate e unificate in un unico percepito senza attribuire sottobanco alla sincronizzazione la totalità di queste funzioni. Quando la sincronizzazione neurale viene associata alle strutture kantiane della conoscenza, occorre tener presente che l'*apriorità* di queste ultime è un'*apriorità* squisitamente *trascendentale*. Lungi

⁵²² Kant (2004), p. 249.

⁵²³ Cfr. LaRock (2010), p. 462.

⁵²⁴ Kant (2004), p. 1231.

⁵²⁵ Nella prima edizione della *Critica della ragion pura* (1781), Kant afferma che l'immaginazione *produttiva* è il fondamento della possibilità di tutte le conoscenze e dell'esperienza addirittura “prima dell'appercezione [*vor der Apperzeption*]” – Kant (2004), p. 1230-1231 –, alla quale spetta comunque il primato come fondamento ultimo di possibilità di ogni esperienza. A differenza dell'immaginazione *riproduttiva*, la quale “si fonda su condizioni dell'esperienza”, l'immaginazione *produttiva* può invece aver luogo *a priori*.

dall'essere semplicemente dedotta empiricamente, come un carattere *costante* dell'esperienza unificata, l'*apriorità* delle strutture trascendentali della soggettività è invece dimostrata quale necessaria condizione di possibilità dell'esperienza, senza la quale questa non potrebbe mai darsi come *possibile*.

Va dunque ribadito quanto detto sopra, e cioè che la sincronia temporale è rivelativa di un processo più profondo e più originario, che opera *spontaneamente* e che costituisce la più intima struttura *trascendentale* del soggetto. Tale spontaneità non è un processo empirico di categorizzazione del molteplice, ma uno stato di costante "allerta", interpretabile come un "imperativo" rivolto agli eventi affinché si manifestino, come una "interrogazione" che esprime le aspettative verso il mondo, o come una "critica", nel senso di una capacità discriminatrice, che opera la selezione senza risparmiarsi dall'eliminare ciò che ostacola la messa in forma di un mondo coerente⁵²⁶. Così, non è corretto dire che la spontaneità propria dell'umano si identifica con la sincronizzazione, ma piuttosto che essa *si manifesta anche* in tale processo, come anche in tutti quelli intrinsecamente attivi nel cervello prima di qualunque intervento esterno, come le oscillazioni sottosoglia.

In conclusione, possiamo affermare che la sincronia neurale non è un meccanismo in cui il *binding tout court* si risolve, né il *binding* è una condizione necessaria e *sufficiente* per la coscienza. Inoltre, anche se la sincronia può contribuire a distinguere le caratteristiche di un oggetto nella competizione neurale, ciò non spiega ancora il fenomeno del *binding*. In altri termini, se la sincronizzazione neurale può collegare diverse proprietà oggettuali, nonché creare le condizioni per la loro distinzione, devono essere ulteriormente analizzate le condizioni della loro "unificazione" che, in una prospettiva kantiana, vanno intese come strutture che precedono "trascendentalmente" la sincronizzazione, rendendola con ciò possibile: "collegare le proprietà di un oggetto nel tempo dipende da una relazione di persistenza, la cui base metafisica è il soggetto conoscente o sé"⁵²⁷.

⁵²⁶ Chiereghin (2004), pp. 290-292.

⁵²⁷ LaRock (2010), pp. 463-464. La rilevanza della speculazione di LaRock consiste non tanto nell'aver sottolineato il carattere intrinsecamente *temporale* dell'unificazione degli oggetti dell'esperienza, quanto piuttosto nell'aver circoscritto la vastità di funzioni generalmente attribuite alla sincronizzazione *temporale* nella spiegazione dei nostri processi cognitivi e, soprattutto, nell'aver portato alla luce la

CAPITOLO V.

Binding, neurodinamica quantistica e schematismo trascendentale

1. Nuove prospettive sull'unità kantiana della coscienza in riferimento al "binding problem": per un approccio "neurofilosofico"

Nella letteratura scientifico-filosofica, si trovano riflessioni sul problema del *binding* che incontrano legami sostanziali sia con l'Estetica Trascendentale, sia con la fondazione kantiana dell'unità trascendentale dell'appercezione, così come sono esposte nella *Critica della ragion pura*⁵²⁸.

rilevanza che le strutture *trascendentali* di matrice kantiana assumono come condizioni più originarie della sincronizzazione, delle quali essa sarebbe soltanto una delle manifestazioni.

⁵²⁸ Senza addentrarci nella complessa questione della differenza (filosoficamente sostanziale) che l'esposizione kantiana della deduzione dei concetti puri dell'intelletto subisce tra la prima e la seconda edizione della prima *Critica*, si può tuttavia notare che, in ambito neuroscientifico, le interpretazioni più innovative della filosofia kantiana fanno riferimento più alla prima che alla seconda stesura, quella cioè in cui il carattere *produttivo* della sintesi dell'immaginazione è più accentuato e in cui, per così dire, Kant "scommette tutto sul soggetto",

Rispetto all'ipotesi della sincronizzazione temporale, nonché alla relazione tra la coscienza e la relatività della simultaneità, nel capitolo precedente abbiamo aperto la strada alla possibilità di formulare una teoria non-temporale della coscienza⁵²⁹. Assumendo Kant come termine di riferimento per un approccio “neurofilosofico”, nell’ambito più generale del rapporto tra tempo e coscienza, il pensiero kantiano verrà qui messo a confronto con la neurodinamica quantistica. Sebbene l’importanza della sintesi dell’appercezione kantiana nel problema del *binding* sia già stata messa in luce⁵³⁰, vi sono tuttavia “differenze cruciali tra il principio dell’unità *a priori* [della coscienza] ed alcuni eventi *a posteriori* del collegamento neurale”⁵³¹. In questo capitolo discuteremo proprio tali affinità e differenze.

La “sintesi” kantiana include due attività distinte, in quanto consente non solo di “collegare insieme diversi elementi in un singolo oggetto o nel contenuto unificato di una rappresentazione”, ma anche di “connettere insieme diverse rappresentazioni e i loro oggetti in ‘una conoscenza’”⁵³². Come abbiamo visto, la prima funzione della sintesi sembra “ricomparsa” nella ricerca contemporanea nella nozione di *binding*, inteso come ciò che connette insieme, nella rappresentazione di un singolo oggetto unificato, le rappresentazioni dei suoi diversi attributi. La rilevanza del riferimento a Kant consiste proprio nel tentativo di tenere insieme i due tipi di sintesi, via peraltro poco percorsa nella contemporaneità. Da un lato, kantianamente non si può dare alcun oggetto od evento senza presupporre una sintesi trascendentale *a priori*, che trovi nel soggetto la condizione primaria della sua possibilità. Nondimeno, Kant fa appello alla sintesi dell’appercezione come qualcosa di empirico, cioè *a posteriori*⁵³³. Poiché però “vi sono notevoli somiglianze tra il *binding* cognitivo e l’unità

determinandone il dominio in modo più marcatamente attivo e costruttivo rispetto a quanto appare nella seconda edizione.

529 Cfr. Mashour (2004).

530 Cfr. Brook (1994).

531 Mashour (2004), p. 30.

⁵³² Brook (1994), p. 35.

⁵³³ Accanto all’appercezione empirica (la coscienza-di qualcosa, l’accorgersi di qualcosa), Kant usa il termine “appercezione” molto più spesso nel senso di appercezione *pura* o *trascendentale*, che corrisponde a quell’autocoscienza che, accompagnando l’Io penso, è una e identica per ogni coscienza.

dell'appercezione"⁵³⁴, comprendere come sorga tale unità è importante tanto per la filosofia quanto per le teorie neuroscientifiche della coscienza.

1.1. Relatività e *binding*

Dal punto di vista empirico, l'affermazione (relativistica) “tutti i giudizi di durata sono giudizi di simultaneità”⁵³⁵ (nel senso per cui, ad esempio, l'inizio della consapevolezza dell'intenzione di agire viene fatto *corrispondere* ad una certa posizione della lancetta dell'orologio posto di fronte ai volontari) sembra confermata già in sede neuroscientifiche: se una serie di *clik* viene udita entro un intervallo di 12 msec, il soggetto percepirà la loro molteplicità come un unico *clik*. L'intervallo di 12 msec corrisponde grosso modo alla soglia temporale per la transizione di fase delle oscillazioni a 40 Hz del cervello, che si ipotizza essere il sostrato del *binding* percettivo: gli eventi che si verificano entro questo intervallo sono colti come qualcosa di unitario – mentre due *clik* separati da almeno 12 msec sarebbero percepiti proprio come due *clik*, senza essere unificati. Qui, il *binding* mostra di essere un meccanismo attraverso cui il cervello rappresenta eventi simultanei (un *clik*) o eventi successivi (due *clik*).

Determinando la simultaneità come elemento fondamentale della coscienza si rischia tuttavia di pervenire ad una conclusione circolare, dove la “simultaneità viene assunta come la preconditione del *binding* e della coscienza (secondo la teoria cognitiva), mentre la coscienza è essa stessa una preconditione della simultaneità (nella teoria della relatività). Così, sembra che in qualche modo simultaneità e *binding* si condizionino reciprocamente. La relazione tra *binding* cognitivo e simultaneità potrebbe riflettere la più profonda relazione tra tempo e coscienza”⁵³⁶: da un lato, il *binding* cognitivo può essere spiegato in termini temporali (parlando, ad esempio, di “sincronizzazione” o di “frequenza” delle oscillazioni si fa sempre riferimento a determinazioni di tempo); dall'altro, il significato di termini temporali, quali i concetti di

534 Mashour (2004), p. 30.

535 Cfr. Einstein (1905).

536 Mashour (2004), p. 31.

“simultaneo” o di “successivo”, è esso stesso generato da processi di *binding* cognitivo. Perché questa circolarità?

Se con la considerazione empirica dei meccanismi soggiacenti al *binding* avessimo esaurito tutte le vie di risoluzione possibili, allora si potrebbe ben concludere che questa circolarità sia definitivamente un'aporia irrisolvibile. Tuttavia, il paradosso è aggirabile attraverso una considerazione più profonda del problema. Interpretata kantianamente, la nozione di tempo della relatività einsteiniana non è più intesa come un'entità fisica oggettiva percepita *dalla* coscienza, ma diviene un tratto caratteristico e funzionale *della* coscienza. Kantianamente, infatti, si potrebbe affermare “che il *binding* cognitivo non è il risultato di eventi simultanei, ma piuttosto il meccanismo attraverso cui le categorie di ‘simultaneo’ e ‘successivo’ sono delineate”⁵³⁷. La questione ricorda da vicino il paradosso kantiano relativo alla considerazione “scientifica” del vivente⁵³⁸.

Da un lato, il principio della vita non è soggetto a leggi meccanicistiche, le quali non possono essere impiegate per studiarlo o per descriverlo. Dall'altro, l'indagine scientifica deve pur servirsi di leggi meccanicistiche ed è, anzi, tanto più “scientifica” quanto più contiene la matematica e la logica quali suoi fondamenti. Si ricordi che, per Kant, il dualismo implicito in ogni tentativo di indagare il vivente non è dovuto alla natura del vivente stesso, bensì ai limiti della nostra facoltà conoscitiva. La soluzione kantiana è nota: la natura del vivente *non* è in contraddizione con le leggi della natura del non vivente, e questo perché sia il principio della vita, che si sottrae alle leggi meccanicistiche, sia queste leggi meccanicistiche stesse sono entrambi “massime” del Giudizio riflettente.

La grande novità della *Critica del giudizio* è che, mentre nella *Critica della ragion pura* il meccanicismo veniva presentato come un principio del Giudizio determinante, in essa anche la presunta “oggettività” delle leggi fisico-matematiche della natura viene ricondotta a un principio puramente soggettivo, valido solo in rapporto alla conoscenza finita del soggetto. Sebbene l'approccio meccanicistico non lasci (o lasciasse) alla scienza molte alternative, ciò non fa di questo metodo il paradigma adeguato ad afferrare globalmente la natura del vivente in sé; in altre parole, ciò non significa che una comprensione scientifica meramente

537 Ibid.

538 Il problema è stato addirittura appellato come “schizofrenico”: cfr. Roth (2011).

meccanicista non debba affrontare problemi insuperabili quando è applicata alla scienza della natura.

Non accade forse lo stesso nello studio empirico del *binding*? Rimanendo sul piano dei fenomeni, non ci si scontra forse con il medesimo paradosso quando, da un lato, si descrive la sincronizzazione con attributi temporali, e, dall'altro, si spiega il tempo come proprietà generata dalla sincronizzazione, in una circolarità apparentemente irrimediabile? Se è così, data la soluzione kantiana al problema del vivente, e data l'affinità di questo problema con l'aporeticità relativa alla considerazione empirica del *binding*, vi sono buone probabilità che l'attenzione verso le strutture più profonde del soggetto, che stanno alla base della sincronizzazione e della sua struttura temporale, possa giocare un ruolo cruciale a favore della risoluzione del nostro problema.

1.2. Il paradosso del tempo nel problema del binding problem e la “de-temporalizzazione” della coscienza

Per evitare che questa circolarità ci conduca a contraddizioni autoreferenziali, si può proporre una spiegazione che si fondi proprio sulla “detemporalizzazione” della coscienza⁵³⁹. Si potrebbe pensare, ragionando col senso comune, che una tale proposta sia insensata, dal momento che tutta l'esperienza accade *nel* tempo. Ma non “è proprio il fatto che dobbiamo percepire nel tempo, e cioè che il tempo è una condizione necessaria *a priori* della nostra percezione, che siamo infine condotti ai paradossi delle teorie temporali della coscienza”⁵⁴⁰?

Le teorie non-temporali della coscienza sono ormai diffuse non solo nel pensiero filosofico, ma anche in alcune branche della fisica, nonché in ambito neuroscientifico. Sembra anzi che, in diversi luoghi della letteratura scientifico-filosofica, Kant sia visto come il precursore di queste teorie: intendendo spazio e tempo come fattori coscienziali (e non come entità oggettive), essi divengono infatti entità *né* spaziali *né* temporali, che anzi precedono, rendendola possibile, ogni determinazione *nel* tempo e *nello* spazio, ponendosi sul *limite* che separa i “fenomeni” dai “noumeni”. Le nuove prospettive aperte dalla fisica quantistica sembrano avvicinarsi in modo sostanziale, perlomeno sotto

⁵³⁹ Cfr. Mashour (2004).

⁵⁴⁰ Ibid.

l'aspetto teorico, al paradigma kantiano di una sintesi atemporale, intesa come un atto che produce il tempo e *si* produce come tempo – un tempo più originario della temporalità propria della comprensione “macroscopica” dell'esperienza.

Già Kant aveva posto l'attenzione sulla netta diversità della temporalità ordinaria dal tempo come forma dell'intuizione. Nella *Critica della ragion pura*, egli afferma che “non è il tempo che scorre, ma è l'esistenza di ciò che è mutevole a scorrere in esso”⁵⁴¹. Ciò significa che è il tempo ordinario, che si manifesta nel mondo dei fenomeni, ad essere determinato in questi ultimi attraverso i caratteri della “successione” e della “simultaneità”; ma il tempo stesso, come *forma* del senso interno, non scorre né muta, bensì è ciò in riferimento al quale i fenomeni “scorrono” e “trapassano”.

2. L'unità della coscienza nel modello quantistico del cervello

Le discussioni sul rapporto tra la distribuzione dei domini della realtà e della coscienza hanno testimoniato il sorgere di una nuova concezione del cervello. Si tratta della *neurodinamica quantistica* (*quantum neurodynamics*)⁵⁴², che non si focalizza sull'attività dei singoli neuroni, ma sul cervello come entità indivisibile⁵⁴³. In particolare, il cervello non

⁵⁴¹ Kant (2004), p. 309.

⁵⁴² Fin dagli anni '60, il fisico H. Umezawa aveva avanzato la proposta di interpretare la materia vivente sulla base della teoria dei campi quantistici, per tentare di sopperire all'insufficienza della meccanica quantistica statistica nella spiegazione delle correlazioni a largo raggio e della pluralità di stati fondamentali coesistenti che caratterizzano la materia vivente e in modo specifico l'attività cerebrale: cfr. Ricciardi & Umezawa (1967). Da allora andò sviluppandosi una molteplicità di studi al riguardo, tra i quali quelli del fisico italiano G. Vitello (2001a) – cfr. anche Freeman & Vitiello (2006). Il processo fisico fondamentale alla base dei processi quantistici del cervello è rappresentato dalla formazione della complessa rete filamentosa che attraversa a nano livello l'intero sistema neurale, nella quale le strutture dette “microtubuli” sembrano giocare un ruolo particolare: cfr. Hameroff (1996).

⁵⁴³ Fröhlich (1984) ha previsto che la coerenza quantistica, teorizzata originariamente per i fenomeni subatomici, potrebbe verificarsi anche a temperature proprie di un ambiente come il cervello, in presenza di elevata energia metabolica e di proprietà particolari del materiale fisico implicato. S. Hameroff (1987) ha scoperto che tale materiale potrebbe essere costituito dagli elementi

viene più concepito come un sistema macroscopico sottoposto alle leggi newtoniane, ma come un oggetto “quantistico”, che deve essere compreso mediante l’adozione di meccanismi non-classici. La fisica quantistica offre proprio tali strumenti, dal momento che spiega le proprietà macroscopiche delle funzioni d’onda quantistiche con concetti – come la “non-località” e la “sovrapposizione” quantistica degli stati – impensabili in sede di meccanica classica⁵⁴⁴.

citoscheletrici dei microtubuli, i cui componenti conducono a oscillazioni (le cosiddette “onde di Fröhlich”), che possono essere trasmesse lungo la rete proteica del cervello (la tubulina è, infatti, un membro di una piccola classe di proteine globulari, e i microtubuli, ossia le strutture costituite dalla tubulina, hanno la funzione di organizzare il trasporto intracellulare e di assicurare una certa stabilità alla cellula). Hameroff ha inoltre proposto che, nei microtubuli, l’elaborazione quantistica potrebbe partecipare all’attività da cui sorge la coscienza. Rimane comunque aperta la questione di “come l’attività cognitiva mediata da eventi quantistici nei microtubuli possa interagire con l’attività cognitiva mediata da eventi essenzialmente classici nei neuroni”: Mashour (2004), p. 34. In particolare, se i due livelli di eventi hanno modi diversi di influenzarsi, non è chiaro come le funzioni neuronali “classiche” possano modulare i fenomeni quantistici senza distruggerne la coerenza, anche se sembra esservi una possibile comunicazione “bi-direzionale” tra componenti classiche e componenti quantistiche nelle funzioni del cervello.

⁵⁴⁴ La sfida tra le diverse teorie che, ai nostri giorni, fanno riferimento all’unità quantistica del cervello si gioca fundamentalmente sulla *memoria*: relativamente alle dinamiche cerebrali, sembra essere vincente la teoria che è in grado di offrire la spiegazione più plausibile del processo di formazione e di funzionamento della memoria. Ciò non deve sorprendere, perché la memoria non è uno dei tanti aspetti dell’attività cerebrale accanto agli altri, ma è quello basilare, senza del quale qualunque altra forma di attività, sia cognitiva sia pratica, non potrebbe svilupparsi, né si potrebbe dare alcuna forma di temporalità. Del resto, già gli antichi avevano una chiara percezione di questo carattere fondante della memoria e lo esprimevano sia nel mito sia nella filosofia. Nel mito, i Greci ponevano *Mnemosyne* come madre di tutte le muse, significando, con questo, che tutte le manifestazioni artistiche (quali espressioni essenziali dell’umanità nell’uomo) hanno la loro radice ultima nella memoria o, se si vuole, sono tutte “alla ricerca del tempo perduto”, sulla traccia di archetipi originari. Nella scienza, Platone affermava che *conoscere è ricordare* e Aristotele mostrava che solo i viventi che hanno *mneme* sono suscettibili di avere *empeiria*, da cui nascono la *techne* e l’*episteme*. Quindi, assicurarsi una teoria plausibile dei processi mnestici può assicurare la base più idonea per legittimare la ricerca anche intorno alle dinamiche cerebrali coinvolte nei livelli via via più complessi delle attività pratiche e cognitive. Se per il neuroscienziato la spiegazione della memoria costituisce la porta d’ingresso allo studio delle dinamiche più sfuggenti dell’attività cerebrale, per il filosofo studiare la genesi e il significato della memoria vuol dire accostarsi al momento costitutivo dell’universale. Si ricorderà il bellissimo

Il “manifesto” della concezione ontologica di alcune impostazioni neuroquantistiche, come quella abbracciata dal fisico italiano G. Vitiello⁵⁴⁵, afferma che per accedere al modello di campo quantistico del cervello e del vivente occorre abbandonare il pregiudizio ontologico, secondo cui le “cose” sono fatte di costituenti individuali elementari, in grado di sussistere anche in assenza di qualsiasi interazione con esseri simili. Il concetto di campo fa invece percepire il bisogno “di abbandonare [la concezione de]gli individui come gli attori in grado di stabilire o no un qualche tipo di relazione con altri individui. Nel concetto di campo l’azione’ è più fondamentale degli attori e non può esistere un singolo attore isolato, ma solo una loro moltitudine”⁵⁴⁶. Che la nozione di campo quantistico esiga e comporti un impianto ontologico appropriato è formulato esplicitamente nella constatazione del profondo mutamento nella “concezione dell’essere” che essa comporta.

In questa prospettiva, la necessità di combattere contro il pregiudizio dell’isolamento è ribadita più volte⁵⁴⁷. In generale, è sostanzialmente impossibile estinguere tutte le interazioni per ottenere il singolo individuo *a sé stante*. La mentalità avvezza a isolare qualcosa da

esempio aristotelico che paragona lo stato del vivente che non è in grado di formare una percezione a un esercito in rotta; perché sorga la percezione bisogna che uno dei fuggitivi si fermi e che, attorno ad esso, anche altri si arrestino, affinché si riformi la schiera in grado di partire al contrattacco. Si potrebbero paragonare: a) l’esercito in rotta alla situazione di simmetria, vale a dire alle condizioni di massimo disordine e indistinguibilità degli elementi; b) l’uno che si ferma alla rottura di simmetria e all’inizio dell’ordinamento; c) il riformarsi della schiera ai “modi collettivi” e alle “correlazioni a largo raggio”. Quell’uno che si ferma è il germe dell’universale, l’uno dei molti (e la percezione, per Aristotele, è già dell’universale), ma il suo fermarsi, lo *stenai*, non sarebbe possibile senza la *memoria*.

⁵⁴⁵ Cfr. Globus *et al.* (2004), in particolare la *Prefazione*.

⁵⁴⁶ Ivi, p. XI.

⁵⁴⁷ Ad esempio, all’interno della discussione sulla possibilità dell’emergere di variabili macroscopiche da dinamiche microscopiche, Vitiello si oppone a quello che viene chiamato lo “schema perturbativo”, nel quale si suppone che possano esistere particelle non interagenti soggette a perturbazioni dall’esterno. In realtà, lo schema perturbativo non è sempre applicabile, perché non è possibile istituire o estinguere interazioni a piacere tra le particelle, come se queste sussistessero libere e isolate. I *quarks*, ad esempio, non possono essere osservati come particelle indipendenti; gli stessi fononi non possono essere estratti dal cristallo, ma esistono solo finché esiste il cristallo.

“tutto il resto” e a credere che gli oggetti individuali (compresi noi stessi) possano o non possano interagire con altro costituisce appunto il “pregiudizio ontologico” contro cui occorre lottare⁵⁴⁸. Occorre invece affrontare alla radice l’idea che alcuni “enti” possano sussistere come un sistema “chiuso”, cioè non-interagente, e pertanto capace di esistere *di per sé, indipendentemente* dall’esistenza di ogni altro sistema, *completo* nella sua individualità⁵⁴⁹. Se fosse così, potrebbe allora accadere che tale sistema potrebbe essere, in assoluto, il *solo* sistema esistente⁵⁵⁰.

Da questa ontologia “relazionale” (non “relativistica”), discende anche la critica o, per lo meno, il ridimensionamento della nozione di “oggetto”. Il livello microscopico della realtà fisica sembra suggerirci che là dove sussistono modi d’essere ordinati (come, ad esempio, un cristallo), le particelle responsabili dell’ordinamento esauriscono la loro esistenza nelle relazioni che esse stesse istituiscono. Tali particelle, infatti, non possono apparire mai de-confinate fuori del sistema, come esistenti di per sé; inoltre, poiché la loro esistenza coincide con le interazioni che esse generano, si potrebbe arrivare alla conclusione, solo apparentemente paradossale, che le “cose” primariamente esistenti sono le loro stesse relazioni. Inoltre, se per oggetto s’intende la “cosa” che esiste per sé in senso primario e non derivato, allora è, se mai, la relazione a meritare il nome di “oggetto”: non ci sono prima le particelle e poi le vicendevoli interazioni, ma la particella è l’interazione.

Ciò che emerge dalla fisica quantistica sembra quindi essere l’invito a mantenersi equidistanti tanto dal realismo ingenuo degli “oggetti esistenti per sé”, quanto dalla dissoluzione del mondo in semplici rappresentazioni. In fisica si osservano sia particelle che *non* esistono di per sé, sia sistemi (come tutti i sistemi biologici) che sono

⁵⁴⁸ Vitiello (2001a), pp. 28-29.

⁵⁴⁹ Cfr. Globus *et al.* (2004), p. 325.

⁵⁵⁰ Vitiello nota che tale pregiudizio sembra essere intrinseco al nostro stesso linguaggio, dove ogni azione sembra rimandare a degli attori preesistenti che hanno la possibilità di essere del tutto non-interattivi: in questo modo ciascuno di essi è dotato di una propria esistenza, indipendente dall’azione che istituisce il loro rapporto. Per comprendere questo punto, si può pensare a quel tipo di azioni – come *scambiare* o *commerciare* – nelle quali ciascun attore non può esistere indipendentemente dall’altro, perché, ad esempio, senza scambio non ci sono scambiatori, e viceversa. Hegel sosteneva la necessità di “pensare il puro *scambio*” per cogliere la radice dell’essere come “pulsazione immobile, quieto scuotimento”: Hegel (2006) pp. 99-100.

intrinsecamente aperti: e aperti su che cosa se non su un mondo che non può risolversi in una rappresentazione del sistema stesso, pena la perdita di senso dell'apertura? Dove il mondo fosse ridotto a rappresentazione, il sistema sarebbe aperto su nulla o solo su se stesso, vale a dire sarebbe un sistema "chiuso", il che, per un sistema biologico, equivale alla sua morte. È quindi solo in un sistema aperto che si può dare una rappresentazione del mondo, il quale (di nuovo) non è un "esistente per sé" in contrapposizione al soggetto, ma, al contrario, contribuisce ad alimentarlo all'interno della circolarità relazionale sistema-mondo⁵⁵¹.

2.1. Struttura e funzione

Si può ipotizzare che la nostra corporeità e lo sviluppo delle capacità cognitive e pratiche si siano acclimatati nel corso dei millenni in una sorta di zona media e temperata, costituita dal mondo dell'esperienza quotidiana. Quando si passa a indagare il micromondo, concetti, categorie, schemi, che funzionano molto bene per orientarci nel macromondo, cominciano a sfumare i loro contorni e diventano elusivi. Distinzioni metodologicamente molto nette cedono così il posto a una compenetrazione di compiti interpretativi che consentono di affacciarci a nuove forme di esistenza.

Un esempio ne è il rapporto tra struttura e funzione. Se osserviamo quelli che si presentano come "sistemi quantistici macroscopici" (ad esempio un cristallo, ma anche un ferromagnete, ecc.), possiamo notare come gli agenti responsabili del loro ordinamento siano delle onde elastiche (e a ogni onda può essere associato un quanto corrispondente, che si comporta come particella) grazie alle quali tutti gli atomi interagiscono fra loro con un comportamento coerente. Gli *agenti* responsabili dell'ordinamento (le onde elastiche) costituiscono la struttura, mentre l'ordinamento e il comportamento coerente possono essere assunti come la funzione. Qui si vede bene come la struttura sia inseparabile dalla funzione e viceversa: le onde (nel cristallo, i fononi), pur potendo essere studiate e osservate per sé, non possono vagare liberamente fuori del cristallo né possono

⁵⁵¹ Cfr. Desideri & Matteucci (2006), in particolare pp. 11-21.

essere estratte da esso, ma vi sono come “confinate”; d'altra parte, la funzione cristallina scompare se vengono distrutti i fononi (ad esempio, elevando la temperatura al di là di una soglia critica).

Tutto questo sembra condurci ad ammettere non solo l'inseparabilità, ma anche, entro certi limiti, il compenetrarsi reciproco di struttura e funzione. Ora, il fisico è interessato non solo ai costituenti della materia, ma anche al loro modo di operare e quindi alle loro dinamiche: egli s'interessa della struttura e della funzione. Ma dal momento che il concetto stesso di costituente è privo di senso al di fuori della conoscenza dinamica del sistema, la possibilità di una chiara definizione di struttura (i costituenti) e di funzione (come essi si comportano) risulta talmente ridotta che non possiamo mantenere a lungo una distinzione tra di essi⁵⁵².

Se è vero, allora (come si è visto sopra), che l'esistenza delle particelle o delle onde elastiche (la struttura) coincide con le interazioni e quindi con le forme di ordinamento che esse generano (la funzione), se quindi non ci sono prima le particelle e poi le vicendevoli interazioni, ma la particella è l'interazione, allora siamo in presenza di qualcosa di più dell'inseparabilità tra struttura e funzione. Ad esempio, non potremmo dire altrettanto plausibilmente: il pensiero è le sue dinamiche? In effetti, in quell'*energeia*, che è il pensiero in atto, non solo non c'è una struttura che se ne sta da una parte e una funzione dall'altra, ma la struttura, l'essenza del pensiero come tale, coincide con le forme di ordinamento che esso stesso inesauribilmente istituisce).

Infine, uno dei tratti più istruttivi ontologicamente e per la riflessione filosofica è quello che risulta dalla storia della fisica quantistica e cioè il fatto che dalla meccanica quantistica occorra passare alla teoria dei campi quantistici (dove, come si è visto, tutte le indicazioni ontologicamente rilevanti derivano dall'assunzione del concetto di campo): nel tentativo di estendere la meccanica quantistica al dominio relativistico, le soluzioni delle equazioni del moto si rivelano non essere più valide per una *singola* particella: esse sono necessariamente equazioni per una molteplicità (infinita) di particelle dello stesso tipo, e descrivono appunto il *campo* di quel tipo di particelle. Di qui la necessità di piegare la concettualità esplicativa dei fenomeni in vista di una prospettiva non “atomistica”, ma sempre globale, di dinamiche collettive, di reazioni solidali, in cui i sistemi si comportano

⁵⁵² Vitiello (2001a), p. 10.

come un *tutto*. Questa necessità di considerare i fenomeni (mi verrebbe da dire con un ossimoro) *sub specie totalitatis*, non può non trovare una profonda, intrinseca rispondenza nell'attitudine del pensare filosofico. La passione per *tò holon*, per l'intero, secondo Platone, ma anche l'anteriorità del tutto alle parti, nel pensiero politico di Aristotele, non definiscono forse l'attitudine e la convinzione fondamentali del filosofo? E non possono forse costituire un ingrediente non secondario per un dialogo produttivo con lo scienziato?

2.2. Binding e neurodinamica quantistica

Nel capitolo precedente abbiamo incontrato il problema del *binding* e abbiamo visto come esso trovi una parziale risoluzione nell'ambito della neuroquantistica, di cui abbiamo appena esposto i capisaldi fondamentali. Ora, in che modo la neurodinamica quantistica può spiegare il collegamento attivo dei percetti e, in ultima analisi, l'unità della coscienza? Sembra che la considerazione del cervello come unità quantistica elimini con ciò anche il problema della costituzione dell'unità: "se non vi sono sistemi di elaborazione di informazione spazialmente discreti, allora non vi è *binding problem*. Il *binding* smette di essere una difficoltà da risolvere *a posteriori* per il cervello, ma segue semplicemente dalla struttura quantistica, cioè dall'unità quantistica, del cervello"⁵⁵³. Non è dunque in base ad una "critica immanente" che il *binding problem* è risolto, bensì attraverso un radicale mutamento di prospettiva, che volge l'attenzione al livello subatomico delle dinamiche quantistiche. Il *binding* verrebbe meno proprio perché qui *non vi è più nulla da collegare*, in quanto *tutto è già collegato* sin dall'inizio. Con il problema del *binding*, la teoria quantistica del cervello elimina con ciò anche il problema del collegamento tra elementi processuali distinti: non solo dunque il problema della relazione tra le diverse rappresentazioni elaborate dal cervello in luoghi spazio-temporalmente distinti, ma soprattutto quello dell'unificazione dell'attività, distribuita nel tempo e nello spazio, delle diverse "vie" dell'elaborazione corticale.

Oltre a trascendere le interconnessioni tra i microtubuli e le altre proteine, l'unità quantistica implica inoltre la "non-località" delle particelle, ossia la proprietà per cui più particelle "intricate" (*entangled*)

553 Ibid.

possono influenzarsi *istantaneamente* in modo causale. La presenza di proprietà quali l'*entanglement* (traducibile con “groviglio, im/complicazione, intrico”) e la “non-località” implica la possibilità del darsi di “un’unità tra due particelle che è indipendente dalla separazione spaziale e dalle costrizioni temporali nel trasferimento di informazione. [...] il cervello avrebbe un’unità che è indipendente dalle relazioni spaziali e temporali, cioè avrebbe un’unità che è trascendentale nel senso kantiano. Mentre le particelle quantistiche intricate (*entangled*) sono chiaramente esistenti nel tempo e nello spazio, la loro *unità* non lo è, perché sfugge alla comune intuizione della causalità spaziotemporale. Questa forma di unità quantistica potrebbe fondare teorie di *binding cognitivo*, perché la presupposizione del tempo diventa non necessaria”⁵⁵⁴.

Oltre a caratterizzare il *binding* come un fenomeno *a posteriori*, la neurodinamica quantistica propone un approccio in cui il *binding*, più che un problema, diviene una mera conseguenza fenomenologica del funzionamento del cervello dal punto di vista quantistico: “il *binding* cognitivo basato sull’unità quantistica sarebbe un ritorno al concetto di Kant dell’unità trascendentale dell’appercezione, e potrebbe fornire un legame tra questioni filosofiche antiche e teorie neuroscientifiche attuali”⁵⁵⁵. Lungi dall’essere una proposta esclusiva, la teoria quantistica del cervello si pone come complementare alle teorie *standard* dei processi cognitivi, ed è inoltre compatibile con diverse soluzioni al problema del *binding*. In ultima analisi, la concezione neurodinamica quantistica soddisferebbe sia la concezione kantiana della sintesi empirica o *a posteriori* (il *binding* classico, neuronale) sia il significato dell’unità *a priori*, cui la prima è subordinata (nel *binding* quantistico).

Abbiamo visto che le teorie esplicative del *binding problem* si sono trovate di fronte a paradossi che sono stati risolti includendo componenti non-temporali e non-spaziali nei processi coscienziali e di *binding*. Analogamente, la neurodinamica quantistica ha proposto una spiegazione che elimina le contraddizioni a livello di coscienza, arrivando così ad esprimere “neuroscientificamente” l’unità kantiana dell’appercezione. La teoria neuroquantistica del cervello consente di cogliere il meccanismo di sincronizzazione come un aspetto secondario ed epifenomenico rispetto a ciò che di più originario costituisce la mente, e che sembra invece caratterizzarsi, in senso kantiano, come una

554 Ibid.

555 Ibid.

funzione a-temporale e a-spaziale, prioritaria rispetto ad ogni altra manifestazione spazio-temporale nel dominio del mentale.

2.3. Considerazioni sulla neurodinamica quantistica in relazione al binding

Questa analisi è importante perché riferisce le conclusioni della neurodinamica quantistica alla filosofia kantiana non solo come alla loro origine concettuale, ma anche come allo strumento privilegiato per comprendere in profondità i nuovi paradigmi fisici e neuroscientifici sul funzionamento del cervello. Con ciò, è esplicito anche l'invito a pensare ad una relazione più profonda tra filosofia, neuroscienze e fisica nell'indagine sulla coscienza, in un intreccio interdisciplinare che promuove nuove comprensioni della globalità dell'apparato cognitivo umano e nuove riflessioni sulla temporalità in cui l'esperienza si costituisce. La relazione della filosofia kantiana con gli aspetti neuroscientifici e fisici del *binding problem* supporta in effetti la possibilità di un incontro quanto mai proficuo tra filosofia e scienze cognitive.

Non si tratta di sostituire questo nuovo metodo “neurofilosofico” al metodo “scientifico”, che procede per ipotesi, analisi e verifiche sperimentali; si tratta piuttosto di ammettere che l'intreccio metodologico e multidisciplinare, i cui successi lasciano qua e là tracce di sé, va considerato in tutta la sua promettente innovatività. In definitiva, “il concetto di Kant dell'unità trascendentale potrebbe rappresentare una formulazione filosofica dell'unità quantistica, e così un'ipotesi quantistica sull'unità della coscienza potrebbe essere potenzialmente considerata attraverso un metodo filosofico-sperimentale”⁵⁵⁶.

2.4. Sulla sintesi come coordinazione “sincronica” del molteplice

Come abbiamo più volte sottolineato, una delle questioni più interessanti che le neuroscienze hanno formulato e tentato di risolvere negli ultimi anni riguarda le modalità attraverso cui avviene la costituzione coerente e unitaria della nostra esperienza. Nel tentare di

556 Ibid.

risolvere il cosiddetto *binding problem*, che riguarda il “collegamento” delle diverse funzioni cognitive preposte all’elaborazione delle caratteristiche degli oggetti esterni, si è intuita da più parti l’importanza che il fattore *temporale* assume nella costituzione di un’esperienza integrata. Abbiamo anche visto che, in quella che viene definita “ipotesi della correlazione temporale”, si propone che la *sincronizzazione temporale* sia la causa del collegamento di diversi attributi di un oggetto, nonché della loro unificazione in un singolo percetto.

Gli interpreti più attenti hanno messo in luce come questo approccio possa trovare in Kant utili indicazioni per comprendere come possa svolgersi il processo attraverso cui non solo unificiamo (simultaneamente) diversi attributi di un oggetto nello spazio, ma anche mediante il quale sorge in noi la coscienza di un oggetto persistente *nel tempo* (diacronicamente). Se il *binding* messo in atto dalla sincronizzazione può spiegare il meccanismo attraverso cui un singolo percetto viene unificato *sincronicamente*, ciò non spiega ancora cosa fa essere “uno *nel tempo*” il singolo oggetto unificato. Potremmo aggiungere che, se è valida la teoria kantiana della “triplice sintesi” dell’appercezione (apprensione, riproduzione, e ricognizione nel concetto), avremmo un buono strumento su cui le neuroscienze potrebbero riflettere non solo per comprendere come avvenga la sintesi “sincronica” delle popolazioni neurali, ma anche per ricercare i meccanismi mediante cui “riproduciamo” diacronicamente il percetto prima di “unificarlo” nel concetto dell’oggetto.

Potrebbe sembrare un proposito senza speranza per coloro che ricercano i correlati neurali della sintesi in meccanismi separati del cervello, aggravato per di più dal fatto che, da un punto di vista fisiologico, non sembra esservi che *una* sintesi, sempre collocata nel *hic et nunc*: “il sistema nervoso funziona sempre nel presente [e] il passato, il futuro e il tempo esistono solo per l’osservatore”⁵⁵⁷. Ma è proprio il punto di vista dell’osservatore ciò di cui occorre render conto, e quell’unica sintesi, che Kant chiamerebbe la “sintesi empirica” dell’apprensione, e che è incarnata dal processo di sincronizzazione, è solo uno dei momenti della sintesi globale, la quale soltanto, nel concorso cooperativo dell’intelletto e dell’immaginazione rivolta all’intuizione sensibile, può spiegare l’unità *nel tempo* dell’oggetto unificato.

557 Maturana & Varela (1985), p. 64.

Si potrebbe tentare di interpretare diversamente la sincronizzazione, come costitutiva di uno dei diversi *modi* in cui la sintesi si potrebbe esprimere a livello neurofisiologico. A prescindere da questo, potrebbe darsi il caso che le neuroscienze siano costrette a postulare un'unità più originaria, che rende possibili gli stessi meccanismi *osservabili* del cervello (compresa la sincronizzazione) come semplici manifestazioni di una struttura più profonda. Una tale struttura si potrebbe caratterizzare, kantianamente, come una forma *trascendentale* soggettiva, che, lungi dal poter essere osservata, sarebbe anzi il fondamento della possibilità di ogni osservazione. Questo è anche il senso dell'interpretazione, esposta sopra, che, nel criticare l'ipotesi della correlazione temporale, richiama l'attenzione sulla relazione di continuità che il *soggetto* instaura con l'oggetto, e che rifletterebbe *anche* la continuità temporale di quest'ultimo.

Se è vero che, rimanendo sul piano dei fenomeni, ci si scontra con il paradosso che emerge quando, da un lato, si descrive la sincronizzazione con attributi temporali, e, dall'altro, si spiega il tempo come proprietà a sua volta generata dalla sincronizzazione, vi sono buone probabilità che l'attenzione verso le strutture più profonde del soggetto, che stanno alla base della sincronizzazione e della stessa struttura temporale che essa manifesta, possa giocare un ruolo cruciale a favore dell'avanzare dell'indagine neuroscientifica.

2.5. La spontaneità come “a priori” del soggetto “in atto” e dell'attività intrinseca e autogenerata del cervello

Kant ha descritto il culmine della soggettività conoscente come l'atto sintetico e unitario (sarebbe meglio dire “sintetizzante” e “unificante”) che eleva a conoscenza il contenuto disgregato dell'intuizione sensibile. Sotto l'aspetto neurobiologico, il processo di *binding* opera attraverso la coordinazione di diverse sottopopolazioni neurali, distribuite (nel tempo e nello spazio) all'interno del cervello. Al livello macroscopico, abbiamo visto come proprio il peculiare funzionamento del cervello, che si manifesta nel tempo e nello spazio attraverso l'elaborazione “in verticale” e “in parallelo”, sia la nota distintiva dell'organizzazione che consente al cervello di svolgere quella

funzione “creativa” che lo rende unico rispetto ad ogni altro sistema organizzato.

Dai primi livelli dell’esperienza conoscitiva, in cui, nel mondo dell’inconscio e del pre-conscio, la soggettività si costituisce nel suo modo meno integrato, all’esperienza cosciente di oggetti esterni, fino ai gradi più sviluppati dell’io consapevole di sé, la soggettività manifesta la medesima struttura fondamentale, nell’atto di protendersi *spontaneamente* e *a priori* verso gli oggetti per *formare* tutto ciò che può costituirsi come oggettività di fronte ad essa. Solo un sistema organizzato come il cervello umano ha il potere di incarnare la temporalità e di conferirla agli oggetti per unificarli nella propria esperienza.

Ciò di cui non ho trovato traccia nella letteratura esaminata è la sorprendente affinità tra la caratterizzazione kantiana della “spontaneità”, come carattere *a priori* dell’attività sintetica, e le caratteristiche intrinseche dei correlati neurali della sintesi, che si manifestano nell’attività delle cosiddette “oscillazioni sottosoglia”. Alcuni studi hanno confermato che vi è effettivamente un’attività cerebrale intrinsecamente autogenerata, che viene tenuta per così dire “in sordina” finché non giunge uno stimolo esterno a determinare un’improvvisa variazione del potenziale d’azione delle popolazioni sincronizzate. L’attività di fondo è sì autonoma e intrinsecamente generata, ma rimarrebbe appunto “attività di fondo” se non comparisse in superficie qualcosa di atteso, e che in quanto tale deve provenire da qualcosa d’*altro* da sé.

Così, per Kant, le strutture trascendentali della conoscenza risiedono sì *a priori* nel soggetto, ma non potrebbero mettere in atto la loro funzione sintetica se non fosse *dato* alcun molteplice nell’intuizione, vale a dire se ciò che è *altro* dal soggetto non desse “segno di sé” attraverso le condizioni (soggettive e oggettive) della sua possibilità. Se l’attività *intrinseca* delle popolazioni neuronali, che è *autogenerata* e presente anche in totale assenza di stimoli esterni, si può interpretare come la manifestazione della “spontaneità” dell’attività cerebrale, abbiamo un ulteriore strumento per rivolgerci a Kant per tentare di comprendere come agisca una tale struttura.

Per Kant, la “spontaneità” è, per così dire, “ciò che muove” il soggetto ad operare la sintesi, ma la sintesi *non* è originaria, come, secondo la nostra interpretazione, non lo è la sincronizzazione temporale, confinata nell’intorno del coordinamento simultaneo di

diverse sottopopolazioni cerebrali. Ciò che si è tentato di spiegare è come una struttura trascendentale di tipo kantiano manifesti, al livello fenomenico, una temporalità non puntuale, bensì “espansa”, rivolta al già stato e a ciò che ha da essere, che trova nel soggetto la possibilità di una relazione di continuità con gli oggetti, prima sintetizzandoli nella simultaneità spaziale e temporale dei loro attributi, poi riproducendoli attraverso l’immaginazione e, infine, formandone concetti attraverso l’intelletto.

A fondamento della stessa sintesi sta dunque quella che potremmo chiamare una “tensione all’unità”, un *atto* proteso verso ogni molteplice che la soggettività può portare ad unità in virtù delle strutture che la definiscono *a priori*. Così, se dovessimo trovare un correlato neurale che è attivo *a priori* e indipendentemente da ogni evento esterno, non riusciremmo a localizzarlo in alcuna regione particolare del cervello, perché esso si manifesta nei processi neurali nella loro instancabile attività (si parla infatti di *ongoing activity*), la quale non rimane chiusa in se stessa, ma si protende verso l’esterno per trovarvi ciò che più si adegua alle sue aspettative.

Uno degli aspetti fondamentali della sincronizzazione è proprio il fatto che essa si verifica quando le “ipotesi sul mondo”, elaborate dall’attività coerente di ampie popolazioni neurali, rendono possibile il presentificarsi di uno stimolo atteso. In ciò, i cosiddetti processi *top-down* (“dall’alto verso il basso”) giocherebbero un ruolo cruciale, modulando *anticipatamente* ciò che il soggetto potrà accogliere dal mondo esterno. Molti teorici hanno messo in relazione il carattere *predittivo* dell’elaborazione *top-down* col carattere spontaneo e intrinsecamente attivo *a priori* della soggettività kantiana. Proprio la nozione di *a priori* ha veicolato in modo determinante l’attenzione dei neuroscienziati verso quegli aspetti della filosofia kantiana che più si adattano a render conto del carattere predominante della soggettività.

Il significato del carattere *a priori*, intrinseco, autogenerato e spontaneo, tanto dell’attività interna al cervello quanto della struttura trascendentale del soggetto kantiano, risiede in ultima analisi nella loro stessa struttura in quanto *forma*, la quale, lungi da essere una determinazione statica e raggiunta una volta per tutte, è invece da intendersi come un principio di organizzazione, che è *in atto* prima e a prescindere da ogni evento esterno, e che è la cifra più propria del

vivente, di cui il cervello umano è, biologicamente, la somma incarnazione.

2.6. Dal “che” al “come”: la funzione della forma come principio determinante

Dalle prime forme di ricezione sensoriale delle configurazioni chimiche, meccaniche o elettromagnetiche dei segnali esterni, alla loro elaborazione cognitiva sempre più integrata attraverso i processi di *binding*, fino alla costituzione, a partire da questo materiale, di un mondo coerente, rappresentato in modo unitario ed integrato, la soggettività manifesta una struttura processuale che, lungi dal cristallizzarsi in modo statico in uno dei suoi momenti, acquisisce via via gradi sempre più elevati di “organizzazione”. Se c’è qualcosa che accomuna l’organizzarsi delle funzioni psichiche ad ogni livello di elaborazione cognitiva, questa sembra essere una struttura dinamica, che si exteriorizza per così dire *sub specie temporalitatis* e che “muove” la mente a relazionarsi a ciò che è *altro* da sé per organizzarlo secondo la sua propria forma.

La temporalità fisiologica del cervello (misurata nella frequenza delle oscillazioni sottosoglia, nel ritmo regolare dell’attività dei neuroni, o nella frequenza delle fluttuazioni autogenerate dal cervello) appare piuttosto come una temporalità “fenomenica”, che rimanda per la sua possibilità a qualcosa di più originario, di cui essa non è che una delle manifestazioni. Così, anziché tentare di spiegare le problematiche sorte in ambito neuroscientifico a partire dalla separazione strutturale delle vie di elaborazione dell’informazione nel cervello, si dovrebbe piuttosto capovolgere la prospettiva e dire che vi è un principio di *spontaneità* che sottomette *a priori* il molteplice, organizzandolo in base alla propria intrinseca normatività.

Ad esempio, nell’ambito del problema del *binding*, la sincronizzazione è sì il segno evidente *che c’è* una coordinazione, la quale si manifesta fisiologicamente nell’attività autogenerata delle oscillazioni sottosoglia, ma ciò *non* spiega ancora *come* sia *possibile*, per un tale meccanismo, coordinare “dall’alto verso il basso” la molteplicità del materiale raccolto dai recettori sensoriali. Analogamente, se i processi dell’elaborazione *top-down* ci consentivano di affermare *che* le sensazioni corrispondono alle aspettative del soggetto, formulate dal cervello in

forma di “ipotesi sul mondo”, con ciò non è ancora stabilito *come* ciò possa avvenire, vale a dire *come* sia *possibile* che la spontaneità originaria del cervello possa determinare *a priori* la forma unitaria del molteplice dell’intuizione. Abbiamo dunque proposto che la struttura della sincronizzazione sia solo una manifestazione secondaria di qualcosa di più profondo, e cioè dell’atto originario dell’intelletto di riportare *a priori* il molteplice, coordinato dalla sintesi, ad un’unità integrata. Si tratta ora di comprendere in che modo una siffatta struttura intellettuale (trascendentale) possa *determinare*, e per di più “spontaneamente”, il materiale disgregato dell’intuizione sensibile.

Dire che tutti i livelli di elaborazione cognitiva del mondo manifestano una medesima struttura, e identificare questa struttura nella “spontaneità” con cui essi svolgono la loro funzione, può certo evidenziare una caratteristica essenziale del procedere della nostra conoscenza del mondo, ma occorre determinare cosa avvenga nel “punto di contatto” tra il mondo e la nostra facoltà conoscitiva. Si tratta di un limite che non separa staticamente la materia dalla forma, ma che si rivela anzi il terreno più proprio su cui si manifesta l’azione della forma come “principio di organizzazione”. Il cervello non attende passivamente che qualcosa “tocchi” i recettori sensoriali, per essere poi elaborato dalle vie nervose che conducono l’informazione al cervello. Negli stati di attesa il cervello ha *già* determinato la forma di ciò che potrà essere elaborato, ed è qui che si gioca la “spontaneità” del cervello nell’atto mediante cui svolge la sua funzione originariamente organizzatrice.

Se la forma, in quanto principio *determinante*, è sempre rivolta ad una materia specifica, allora potremmo dire che *nella* forma sono già scritte le *possibilità* di *determinazione* della materia, o, in altre parole, che la forma custodisce in sé le “sembianze” che potrà assumere la materia. Ma questa possibilità di determinazione è già una forma di determinatezza, e così, più che “indeterminata”, la materia dovrebbe dirsi piuttosto *determinabile* dalla forma: “lungi dall’essere indifferente al materiale di una sua eventuale destinazione, la forma è in vista di *quel* determinato materiale e con assoluto riguardo ad esso”⁵⁵⁸. Si potrebbe qui ricordare l’insegnamento aristotelico secondo cui non può mai accadere che una cosa qualunque accolga una cosa qualunque, “giacché

558 Chiereghin (2004), p. 138.

l'atto di ciascuna cosa si realizza per sua natura in ciò che è in potenza e nella materia appropriata"⁵⁵⁹.

Se, dunque, l'origine dell'unità deve essere trovata in ciò che rende possibile la *relazione* tra, da un lato, il materiale che deve essere messo in forma dalla soggettività, e, dall'altro, le strutture che, presenti *a priori* in questa, lo rendono qualcosa di "organizzato", due sembrano le direzioni verso cui dobbiamo rivolgerci. Una è per così dire la via "*bottom-up*", che conferisce una sorta di primato alla concezione quantistica del cervello in relazione alla soluzione del *binding problem*. L'altra è invece una via "*top-down*", che trova ancora una volta in Kant una possibile spiegazione di *come* il senso interno possa "determinare *a priori*" il molteplice nell'intuizione, nell'applicazione dei concetti puri dell'intelletto ai fenomeni. Entrambe le soluzioni, pur in forme radicalmente diverse, si pongono in certo modo come "trascendentali": la prima perché elimina il problema del *binding* alla sua stessa radice, mostrando come esso sia una mera *conseguenza* del funzionamento intrinseco del cervello; l'altra caratterizzando tale funzionamento come la *forma* originaria che rende possibile ogni altra costituzione di forma, nonché il "collegamento" della molteplicità di input attraverso il meccanismo di sincronizzazione neuronale.

2.7. La soggettività come fondamento a-temporale dell'esperienza

L'originarietà dell'unità della coscienza rispetto al processo della sincronizzazione temporale ci ha dunque condotti a proporre una spiegazione del *binding problem* basata su una "detemporalizzazione" della coscienza. Ciò ha messo nuovamente in gioco Kant, e precisamente la sua dottrina delle forme *a priori* di spazio e tempo come entità *né* spaziali *né* temporali, le quali si pongono anzi sul *limite* che separa ciò che è spaziale e temporale da ciò che costituisce il fondamento *noumenico* del soggetto.

Le prospettive aperte dall'interpretazione quantistica del cervello si avvicinano non poco ad una determinazione del soggetto come fondamento a-temporale e non fenomenico dell'esperienza, inteso anzi come ciò che conferisce determinazioni spaziali e temporali ai

559 Aristotele (2005), p. 127.

fenomeni, e quindi come qualcosa di più originario rispetto a tutto ciò che assume un carattere spazio-temporale nella nostra comprensione “macroscopica” dell’esperienza.

Abbiamo visto che, più che risolvere il problema del *binding*, le teorie quantistiche del cervello lo dissolvono completamente, eliminando al principio stesso la possibilità del suo costituirsi. Se il cervello assume le proprietà quantistiche della “non-località” e quelle manifestate nel fenomeno di “*entanglement*”, allora sembra che non si possa più parlare di “collegamento” nel senso in cui lo intende l’interpretazione classica del *binding*, e cioè come l’instaurarsi di una relazione dinamica tra diverse entità macroscopiche come le popolazioni neuronali. Più precisamente, se il cervello viene esaminato nelle sue dinamiche quantistiche, esso mostra fenomeni di connettività, integrazione e organizzazione che lo coinvolgono originariamente nella sua totalità. In esso non vi sono, quindi, aree relativamente separate che pongono il problema del loro collegamento e, se pure i processi quantistici si sviluppano nello spazio-tempo, la loro *unità* non è invece *né* spaziale *né* temporale, e sfugge così alla nostra interpretazione causale ordinaria degli eventi. In altre parole, “il cervello avrebbe un’unità che è indipendente dalle relazioni spaziali e temporali, cioè avrebbe un’unità che è trascendentale nel senso kantiano”⁵⁶⁰.

Con ciò, la presupposizione del tempo, così essenziale e primaria nell’ipotesi della sincronizzazione, diventerebbe a sua volta un fenomeno derivato da qualcosa di più radicale, perché vi sarebbe un’unificazione originaria pre-temporale e pre-spaziale a fondamento dell’unità del cervello. In questo modo, la concezione neurodinamica del cervello renderebbe conto, da un lato, della concezione kantiana della sintesi empirica o *a posteriori*, il cui correlato sarebbe il *binding* classico, neuronale, e, dall’altro, dell’unità trascendentale (*a priori*) della coscienza, cui la sintesi empirica è subordinata, e che si renderebbe manifesta nel *binding* quantistico. In definitiva, “il concetto di Kant dell’unità trascendentale potrebbe rappresentare una formulazione filosofica dell’unità quantistica”⁵⁶¹ del cervello, che potrebbe perciò essere indagata attraverso un metodo “neurofilosofico” (o, più kantianamente, “neurotrascendentale”).

⁵⁶⁰ Mashour (2004), p. 34.

⁵⁶¹ Ibid.

3. Lo schematismo e i limiti della sincronizzazione nella “determinazione trascendentale del tempo”

Ora, nessuna delle interpretazioni del *binding problem* che fanno riferimento alla filosofia kantiana, per quanto ho potuto constatare finora, fanno riferimento al modo in cui Kant spiega *come* avvenga la “determinazione” del molteplice dato nell’intuizione sensibile da parte del soggetto e delle sue strutture *a priori*. Sembra inevitabile chiedersi come mai autori così sensibili alla funzione del tempo nell’organizzazione dei processi neurali, e così preoccupati d’intrattenere un dialogo fertile con Kant, non abbiano menzionato il ruolo che il tempo svolge nello “schematismo trascendentale”, in cui Kant affronta la questione di come sia “di fatto” possibile l’applicazione dei concetti dell’intelletto ai fenomeni.

In termini neuroscientifici, potremmo tradurre così l’interrogativo kantiano: com’è possibile l’applicazione delle strutture intrinseche, e presenti *a priori* nel cervello, alla molteplicità di *input* trasmessi dalle vie di elaborazione sensoriale? Come si coniuga l’attività autogenerata delle oscillazioni sottosoglia dei neuroni con la messa in forma degli *input* in ingresso, che il cervello deve elaborare ed organizzare in un’esperienza unificata?

Abbiamo visto come la cosiddetta “ipotesi della correlazione temporale” abbia fornito una spiegazione al *binding problem* che identifica nel carattere *temporale* della sincronizzazione la causa tanto della sintesi, quanto dell’unificazione delle proprietà dei percetti, lasciando però inesplicito *come* ciò sia anche solo teoricamente possibile. Per utilizzare ancora una volta una distinzione aristotelica, potremmo affermare che altro è identificare la causa “materiale” di un fenomeno, altro è comprendere quale ne sia la causa “formale” che lo determina e lo fa essere ciò che è. Da questo punto di vista, la sincronizzazione spiegherebbe la coordinazione di diverse regioni neuronali distribuite nel cervello solo sotto l’aspetto *materiale*, mentre l’aspetto *formale* sarebbe lasciato ad una non meglio specificata “simultaneità” temporale, in cui diverse popolazioni neuronali si attivano all’apparire dello stimolo.

Un’interpretazione kantiana di questo fenomeno ci condurrebbe ad asserire che ogni sincronizzazione delle risposte neuronali corrisponde a singoli “atti di applicazione” delle strutture intrinseche del

cervello alla molteplicità di *input* in ingresso. La coordinazione *sincronica* dei neuroni corrisponderebbe alla coscienza empirica dell'apprensione, mentre l'unità *diacronica* dell'oggetto dovrebbe essere ricercata più in alto, nella temporalità espansa della triplice sintesi, e fondarsi in ultima analisi sulla sintesi trascendentale della coscienza unificata, resa a sua volta possibile dall'unità originaria dell'intelletto in quanto "spontaneità".

Qui, il nodo problematico riguarda proprio la *continuità* temporale che, come lo sfondo su cui si staglia ogni singolo atto di sintesi, rende possibile la coscienza dell'oggetto unificato *nel tempo*, e che deve essere ricercata non nell'oggetto, bensì nella struttura trascendentale stessa della soggettività. Ora, la spiegazione kantiana dello "schematismo" potrebbe far luce proprio su questo nodo cruciale.

3.1. Schematismo e costituzione dell'esperienza

Come avviene la strutturazione dell'esperienza? Come fa il soggetto ad in-formare di sé l'oggettività, pervenendo ad una conoscenza di essa come un tutto coerente e unitario? Ogni volta che il soggetto applica le proprie categorie all'oggettività, questa deve disporsi in modo tale da accoglierle in sé ed aprirsi all'orizzonte conoscitivo del soggetto. Il concetto di ciascun oggetto deve cioè contenere la rappresentazione dell'oggetto percepito, in modo tale da poterlo esibire empiricamente, ossia applicarlo all'esperienza⁵⁶². E come sarebbe possibile pervenire a ciò, se l'oggetto non contenesse in sé qualcosa di *omogeneo* alla rappresentazione che il soggetto si forma di esso? Per conoscere concettualmente un oggetto, la rappresentazione dell'oggetto dev'essere *omogenea* a quella del suo concetto, o, in altre parole, il

⁵⁶² Si noti che in A 138 / B 177 della *Critica della ragion pura* – Kant (2004), pp. 301-303 – Kant usa le due espressioni "la *sussunzione* delle intuizioni sotto puri concetti" e "l'*applicazione* di una categoria alle apparizioni [cioè agli oggetti empirici]" apparentemente come sinonime, ma in verità riferentisi a due operazioni distinte. Vi può essere intuizione senza sussunzione al concetto (come nelle allucinazioni) o, viceversa, applicazione della categoria ad un oggetto non intuito, ma discorsivamente definito. Il problema di Kant nello schematismo avrebbe a che fare con la prima operazione: esso riguarda la sussunzione delle intuizioni alle categorie più che l'applicazione delle categorie agli oggetti empirici: cfr. Pendlebury (1995), p. 779.

concetto deve contenere in sé ciò che è presente nella rappresentazione dell'oggetto. Ad esempio, il concetto empirico di un piatto deve essere *omogeneo* col concetto puro di *circolarità*, che nel primo oggetto è *intuita*, mentre nel secondo è solo *pensata*⁵⁶³.

Cosa significa “omogeneità” in questo contesto? Si può dire che “un’intuizione, *i*, e un concetto, *C*, sono omogenei se e solo se la *C*-ità [*C-ness*] è parte del *contenuto* di *i*”⁵⁶⁴. Data questa definizione di omogeneità, com’è possibile la sussunzione dell’intuizione alla categoria⁵⁶⁵? Il problema non si pone per i concetti geometrici, dove la figura è sussunta *analiticamente* sotto il suo concetto, ma solo per gli oggetti empirici, in quanto si conformano alle categorie. Poiché queste sono anche in parte “eterogenee”⁵⁶⁶ rispetto all’intuizione empirica, sembrerebbe non esservi in effetti alcuna “sovrapposizione” possibile fra il contenuto di un concetto e quello di una intuizione. Le categorie, infatti, sono indipendenti dall’esperienza e non hanno un contenuto sensibile; inoltre, possiedono una necessità che è impossibile rinvenire nell’esperienza⁵⁶⁷.

Il concetto dell’intelletto contiene *a priori* “l’unità sintetica pura” di un molteplice in generale, mentre il tempo, come forma del senso interno, contiene *a priori* un molteplice nell’intuizione pura. Ora, da un

⁵⁶³ Kant (2004), p. 136.

⁵⁶⁴ Pendlebury (1995), p. 781. Si noti che l’intuizione del piatto e il concetto di “circolarità” non devono *possedere* la proprietà della circolarità per poterla *rappresentare*.

⁵⁶⁵ “Com’è possibile, dunque, la sussunzione di queste intuizioni sotto quei concetti, e quindi l’applicazione della categoria ai fenomeni, dal momento che nessuno dirà che una categoria – ad esempio la causalità – possa anche essere intuita mediante i sensi, e che sia contenuta nel fenomeno?”: Kant (2004), p. 301.

⁵⁶⁶ “Sennonché i concetti puri dell’intelletto, confrontati con le intuizioni empiriche (e anzi con le intuizioni sensibili in generale), risultano del tutto eterogenei, e non li si può mai trovare in una qualche intuizione”: *ibid.*

⁵⁶⁷ È per questo che bisogna ammettere una “terza” funzione, che abiliti la categoria ad applicarsi agli oggetti dell’esperienza. Ma se, come pare, v’è poco nulla in comune tra concetto e intuizione, il problema non viene risolto semplicemente giustapponendo un terzo come intermedio tra i due ordini di idee. Quali caratteristiche deve possedere questo “terzo”? Esso deve essere, a sua volta, omogeneo all’oggetto empirico e alla categoria, tanto che si potrebbe dire che esso ne è anzi la *condizione dell’omogeneità*. Questa rappresentazione deve essere *sia* pura, cioè priva di determinazioni empiriche, *sia* intellettuale. Tale è lo “schema trascendentale”: *ibid.*

lato, in quanto universale e basata *a priori* su una regola, “una determinazione trascendentale di tempo è omogenea alla categoria”⁵⁶⁸ (che è l’unità di quella determinazione); dall’altro, però, poiché il tempo è contenuto in ogni rappresentazione empirica del molteplice, essa sarà anche omogenea al fenomeno. “Perciò un’applicazione della categoria ai fenomeni sarà possibile mediante la determinazione trascendentale del tempo, la quale – come schema dei concetti dell’intelletto – opera da mediatrice nella sussunzione dei fenomeni sotto la categoria”⁵⁶⁹.

3.2. Determinazione trascendentale “di” tempo. Genitivo soggettivo o oggettivo?

Affinché si abbia conoscenza oggettiva, i concetti devono necessariamente riferirsi a intuizioni e non a cose in sé (noumeni); inoltre, i concetti puri rimandano, verso il “basso”, alle condizioni formali della sensibilità (e specialmente alla forma *temporale*), in assenza delle quali le categorie non potrebbero applicarsi ai fenomeni. Lo “schema” di un concetto è proprio “[q]uesta condizione formale e pura della sensibilità, a cui si restringe il concetto dell’intelletto nel suo uso”⁵⁷⁰, mentre lo “schematismo” sarà il *modo* di comportarsi della funzione intellettuale attraverso gli schemi. Lo schema è dunque il procedimento attraverso cui espongo un’immagine, la quale esibisce un concetto o una categoria⁵⁷¹.

⁵⁶⁸ Ivi, p. 303.

⁵⁶⁹ Ibid.

⁵⁷⁰ Ibid.

⁵⁷¹ “In se stesso, lo schema è sempre e soltanto un prodotto della facoltà di immaginazione; ma poiché la sintesi dell’immaginazione non riguarda una singola intuizione, bensì soltanto l’unità nella determinazione della sensibilità, lo schema andrà distinto dall’immagine. Così, se io pongo, uno dopo l’altro, cinque punti, questa sarà un’immagine del numero cinque. Se invece penso soltanto un numero in generale – che potrebbe esse cinque oppure cento –, questo pensiero sarà la rappresentazione di un metodo per rappresentare, secondo un certo concetto, una pluralità (per esempio mille) in un’immagine, piuttosto che quest’immagine stessa, che nel caso del mille difficilmente potrei abbracciare con lo sguardo e confrontare con il concetto. È dunque questa rappresentazione di un modo generale di procedere della facoltà di immaginazione, consistente nel *procurare ad un concetto la sua immagine*, ciò che io chiamo lo *schema* di questo concetto”: Kant (2004), p. 305, corsivo mio.

In sintesi, lo “schema” costituisce:

(1) un *tertium quid*: lo “schema trascendentale” è una “rappresentazione intermedia” tra sensibilità e intelletto, rappresentazione omogenea alla categoria *e* al fenomeno;

(2) una *limitazione*: lo “schema” del concetto dell’intelletto è la “condizione formale” della sensibilità, cui è limitato l’uso dell’intelletto;

(3) una *determinazione trascendentale del tempo*: come “schema del concetto dell’intelletto”, la “determinazione trascendentale del tempo” media la sussunzione dei fenomeni alla categoria; gli schemi sono “determinazioni *a priori* del tempo secondo regole”, le quali si riferiscono (secondo le categorie) alla *serie* del tempo, al suo *contenuto*, al suo *ordine* e all’*insieme* del tempo rispetto a tutti gli oggetti *possibili*;

(4) un *metodo generativo di immagini per il concetto empirico*: lo “schema di un concetto” è il procedimento o metodo generale attraverso cui l’immaginazione produttiva genera la rappresentazione di un concetto in immagine;

(5) una *regola della determinazione della nostra intuizione* conformemente a un determinato concetto;

(6) una *regola della costruzione dell’intuizione* corrispondente al concetto geometrico, ossia lo schema di una figura geometrica (come quella di triangolo) in quanto regola della sintesi dell’immaginazione rispetto a figure nello spazio;

(7) una *condizione dell’oggettività*: gli schemi dei concetti puri dell’intelletto sono le sole condizioni sotto cui questi hanno una relazione possibile con gli oggetti e assumono significato (le categorie senza schemi non rappresentano nessun oggetto);

(8) *l’accordo del fenomeno con la categoria*: lo schema regola l’accordo della categoria col fenomeno o col concetto sensibile di un oggetto.

3.3. Durata, successione e simultaneità come schematizzazioni della categoria della relazione in Kant

Come abbiamo osservato nel capitolo introduttivo, durata, successione e simultaneità non sono solo i modi temporali di cui gli sperimentatori si servono nello studio della percezione temporale, ma, in quanto proprietà inerenti o ascrivibili a tali stimoli, sono anche i

possibili modi in cui può avvenire il loro coglimento percettivo. Essendo espressione dei modi in cui il tempo si dà oggettivamente, tali variabili sono infatti passibili di modifiche più o meno arbitrarie, operate dall'esterno affinché l'esperimento abbia successo. Manipolando appositamente la durata di un intervallo, invertendo l'ordine nella successione di una serie di impulsi, e così via, è possibile creare nel soggetto diverse aspettative sulla durata degli stimoli a venire, nonché provocare sentimenti di sorpresa quando le aspettative non danno luogo ai risultati sperati.

Ciò consente agli sperimentatori di raccogliere una vasta e differenziata mole di risultati che, dal punto di vista fenomenologico, copre la maggior parte delle modalità di temporizzazione soggettiva degli eventi. Tali modi soggettivi di temporizzazione possono essere assunti come "evidenze" scientifiche solo se è soddisfatto il requisito fondamentale, in base al quale esse devono poter essere accompagnate da una simultanea misurazione "oggettiva" degli eventi soggettivamente percepiti, in assenza della quale il tempo vissuto rimarrebbe racchiuso nell'interiorità della coscienza, muto e sordo al richiamo dell'interrogazione scientifica. In altri termini, per poter assumere valore "scientifico" agli occhi dello sperimentatore, i giudizi di tempo forniti dai soggetti devono essere confrontati con i "dati" ottenuti grazie alle apparecchiature cronometriche messe a punto per la registrazione delle proprietà temporali degli stimoli presentati all'osservatore.

Durata, successione e simultaneità sono dunque le tre variabili che, da un lato, definiscono la percezione temporale su breve scala e che, dall'altro, gli sperimentatori utilizzano come base per la manipolazione del *setting* sperimentale, al fine di dispiegare di fronte ai soggetti la gamma fenomenologicamente più ricca di situazioni percettive. Il privilegio di cui la percezione (in particolare la percezione visiva) gode nell'ambito degli studi neuroscientifici sulla temporalità è d'altronde facilmente comprensibile: la via preferenziale per indagare obiettivamente la costituzione soggettiva dell'esperienza è quella di presentare all'osservatore, che si offre di sottoporsi all'esperimento, percetti facilmente isolabili nel loro carattere percettivo, il che li eleva generalmente al rango di "evidenze" sperimentali. In breve, il livello percettivo (più precisamente, e nella fattispecie, il "tempo della percezione" che è il *presente vissuto*) risulta il *focus* primario dell'indagine sperimentale, a partire dal quale muove generalmente l'analisi

concettuale, secondo il movimento dal semplice al complesso che accompagna l'interpretazione scientifica dei "dati" ottenuti sperimentalmente.

Ora, non sorprenderà il fatto che proprio l'autore della rivoluzione copernicana in filosofia abbia riconosciuto in durata, successione e simultaneità i tre modi sotto cui una categoria dell'intelletto, quella della "relazione", può essere istanziata al livello sensoriale rendendo possibile la costituzione temporale dell'esperienza. Durata, ordine e simultaneità sono, rispettivamente, il risultato della schematizzazione delle categorie di "sostanza", "causalità" e "azione reciproca" (i tre "modi" della categoria della "relazione"), così com'è esposta nella dottrina dello "Schematismo" della *Critica della ragion pura*.

In quanto articolazioni della categoria della "relazione", lo schema della quale contiene e consente di rappresentare "il rapporto delle percezioni fra di loro in ogni tempo (cioè secondo una regola della determinazione del tempo)"⁵⁷², queste tre determinazioni rappresentano le caratteristiche sotto cui ogni possibile esperienza può essere costituita. Tale corrispondenza è tanto meno trascurabile, quanto più si tenga conto che, in un senso che mi auguro di mostrare in tutta la sua cogenza nella presente trattazione, è solo in virtù della schematizzazione delle categorie, attraverso la "determinazione trascendentale del tempo" kantianamente intesa, che il piano categoriale dell'intelletto (il quale è in gioco nella formazione dei giudizi temporali forniti dai soggetti dell'esperimento) può rendere possibile l'organizzazione dei percetti sensoriali entro un'esperienza cosciente coerente e unificata.

3.4. Considerazioni finali

Lo "schema" di un concetto puro dell'intelletto è per Kant "un prodotto trascendentale della facoltà di immaginazione, che riguarda la determinazione del senso interno in generale"⁵⁷³, rispetto a tutte le rappresentazioni che devono essere connesse *a priori* in un concetto mediante l'unità dell'appercezione. Lo schema delimita così le condizioni dell'uso dei concetti dell'intelletto rispetto alla sensibilità, perché è la regola mediante cui determiniamo un'intuizione in

⁵⁷² Ivi, p. 311.

⁵⁷³ Kant (2004), p. 307.

conformità ad un concetto: “[g]li schemi, quindi, non sono altro che determinazioni a priori del tempo secondo delle regole”⁵⁷⁴, e lo schematismo dell’intelletto non mira ad altro che all’unità di ogni molteplice dell’intuizione nel senso interno”⁵⁷⁵, e indirettamente all’unità dell’appercezione. In ultima analisi, gli schemi dei concetti puri dell’intelletto sono le condizioni di possibilità dell’applicazione dei concetti agli oggetti, e le regole cui questi devono sottostare per essere conformi alle categorie.

In termini neuroscientifici, potremmo dire che, se la sintesi è operata dalla sincronizzazione, ciò che ancora le manca per poter produrre l’unificazione *nel tempo* degli oggetti è uno “schematismo” mediante cui determinare *a priori* gli oggetti secondo le categorie dell’intelletto; si potrebbe interpretare la sincronizzazione come la capacità di operare sì una “determinazione *empirica* del tempo”, collegando insieme, simultaneamente, diverse determinazioni *empiriche* di un percelto, ma non ancora una “determinazione *trascendentale* del tempo”, resa possibile solo da una struttura *trascendentale* che possa mediare *a priori* la sussunzione del molteplice alle categorie. La sincronizzazione si rivelerebbe così conforme solo al fenomeno, ma *non* alla categoria. Infatti, come, attraverso lo schematismo, l’unità dell’intelletto (come attività originaria della spontaneità) può determinare *a priori* la sensibilità rispetto al molteplice che è dato nell’intuizione sensibile, altrettanto si potrebbe pensare che ciò che manca all’attività spontanea delle popolazioni neurali sia la facoltà di determinare *a priori* il tempo secondo le regole dell’unità trascendentale dell’appercezione.

Ora, come caratterizzare queste forme temporali se non come qualcosa di esattamente opposto alle “distorsioni”, attraverso cui i neuroscienziati hanno etichettato le forme soggettive di messa in forma del tempo? Dai risultati delle ricerche neuroscientifiche sulle “distorsioni” temporali nel mondo della percezione si vede come l’apparente semplicità con cui percepiamo fenomenologicamente l’“ora” nell’esperienza cosciente sia il risultato di processi assai complessi, rivelati dall’analisi sperimentale e insospettabili al livello della fenomenologia della percezione. Per salvare l’“oggettività” delle misurazioni sperimentali, i neuroscienziati tendono a definire questi

574 Ivi, p. 311.

575 Ibid.

interventi soggettivi sul tempo mere “illusioni”, assumendo che l’unico tempo “oggettivo” sia quello scandito dagli orologi. Ma poi riconoscono che sono proprio tali interventi a restituirci una visione dell’esperienza ordinata, coerente e dotata del massimo di aderenza ai “fatti”.

Ma allora, com’è possibile chiamare “illusoria” un’attività che è responsabile della sensatezza della nostra esperienza cosciente? O non è forse piuttosto “il tempo oggettivo” un’astrazione illusoriamente fatta valere per universale? L’esperienza cosciente è sì costituita da eventi connessi da rapporti di successione (l’uno-dopo-l’altro), ma il movimento originario di costituzione dell’esperienza non è a sua volta descrivibile da rapporti di successione, ma sembra un unico atto, da cui prende origine ogni esperienza del tempo senza che tale atto sia sottoposto al tempo e alla causalità degli eventi fenomenici.

Lo schematismo kantiano ha messo in luce la complessità dei processi che producono una rappresentazione coerente e ordinata del mondo. Lungi dal poter essere caratterizzate come “distorsioni”, queste modalità sono al contrario l’espressione somma del potere costituente del soggetto nei confronti dell’esperienza. Ben lontano dall’essere un mondo fantastico e sognante, l’esperienza umana risulta il frutto di operazioni sistematiche e razionali, le quali soltanto ci consentono di costituire il vissuto in un tutto globalmente interconnesso.

Anziché di “distorsioni” del tempo oggettivo, tali operazioni sono invece modalità soggettive di costituzione dell’oggettività secondo parametri oggettivi e universalmente condivisibili. Esse sono l’espressione più profonda dei modi anticipatori e impositivi attraverso cui la percezione viene in-formata dalla condizione del tempo come *forma* del senso interno (e, indirettamente, del senso esterno). La percezione dei fenomeni è immediatamente riferita al quadro generale del tempo come condizione della continuità e della coerenza, che sono poi i presupposti necessari e preliminari di ogni conoscenza dotata di *sensu*.

Il vissuto individuale genera “distorsioni” solo nella misura in cui si pone *prospetticamente* rispetto alla struttura del tempo come forma generale e omogenea a cui vengono riferite sinteticamente tutte le esperienze. Ma proprio la sinteticità della conoscenza si origina dall’apporto soggettivo *attivo* nella costituzione di un’esperienza dotata di senso. Le distorsioni sorgono dunque da una “forzatura” dei processi cognitivi umani, in cui questi vengono “trasfigurati” a partire da ciò che

producono – il tempo “oggettivo”, condivisibile e intersoggettivamente comunicabile.

Dove si colloca lo schematismo in tutto ciò? Non solo al livello dell’esperienza, non solo nel riconoscimento degli stimoli come “*time-markers*”, ma anche e soprattutto nella formulazione dei giudizi temporali, nel processo sintetico che *ricostruisce* durata, successione e simultaneità. Come potrebbe infatti un essere, il quale non avesse la capacità di sintetizzare nel presente, in virtù di una “determinazione trascendentale di tempo”, la percezione appena trascorsa, o percepire la simultaneità *sapendo* che i due stimoli percepiti sono accaduti nel *medesimo* tempo? Se non avesse la facoltà di ritenere, riprodurre e concettualizzare, egli non avrebbe alcuna nozione di durata, né perciò di passato (prossimo) e di futuro (prossimo): in tal modo, i percetti potrebbero collocarsi *indefinitamente* nel vasto campo del possibile temporale, senza assumere una struttura temporale *oggettiva*. Ma è appunto in virtù della capacità di *disporre gli eventi l’uno dopo l’altro* che è possibile anche la percezione della simultaneità, come percezione di eventi che *non si susseguono* l’un l’altro, ma che occupano un intorno temporale che è il medesimo pur lasciando sussistere una molteplicità, e che *rimane il medesimo* nonostante e anzi in virtù del continuo mutamento (delle cose) e del fluire coscienziale.

Lo schematismo kantiano è un’arte ben nascosta nei recessi dell’anima umana e sviluppa le funzioni delle intuizioni pure (prima del tempo, ma poi, come si sa, anche dello spazio) ben oltre i confini della sensibilità. Esso ci offre una spiegazione plausibile di come l’unità dell’esperienza sia resa possibile non solo, e non tanto, dalla sintesi *empirica* messa in atto dalla sincronia neurale, quanto piuttosto da una sintesi pura originaria, che determina *a priori* il molteplice in conformità alle regole dell’unità dell’appercezione.

Così, se lo schema è il risultato di una “determinazione trascendentale del tempo” a opera dell’intelletto, potrebbe darsi che proprio questa determinazione sia ciò che manca alla sincronia neurale per produrre da sola un’esperienza integrata; in altre parole, dove manca la determinazione trascendentale del tempo in base alle categorie verrebbe meno la condizione di possibilità di un’autentica unità dell’esperienza, e lo schematismo si riaffermerebbe, così, come momento chiave del trascendentalismo kantiano, nonché come un terreno fertile su cui sviluppare una comprensione più profonda del

carattere originario della soggettività. È su questo terreno che, a mio avviso, il dialogo tra le neuroscienze e il pensiero di Kant potrà presentare gli sviluppi più produttivi e significativi.

Dalle neuroscienze, sia nella loro versione macroscopica sia in quella quantistica, sono emersi fattori di “anticipazioni della percezione”, di principi autonomi di *organizzazione*, di *integrazioni* a largo raggio, di *spontaneità* e di *connettività globale* che si sono candidati, con le carte in regola, quali corrispettivi neurali dei processi di sintesi e di unificazione analizzati da Kant nella sua ricerca sulle strutture trascendentali della soggettività. Ma c'è forse anche qualcosa di più: dai processi d'integrazione e di unificazione a livello neurale emerge lo *Streben*, l'impulso incoercibile verso una forma originaria di unificazione che non può essere rintracciata al loro medesimo livello. Non si tratta certo qui di rinnovare dualismi e di mettere in contrapposizione aspetti *materiali* e esigenze *formali*, dal momento che, come si è visto, *forma* e *materia* sono concetti funzionali e interscambiabili a seconda dei contesti. L'attività cognitiva e pratica dell'uomo è di una tale complessità che si presta a livelli diversi di lettura e d'interpretazione che sono tanto più fruttuosi e legittimamente coesistenti quanto più ciascuno rinuncia a essere valido in modo esclusivo a discapito degli altri.

Come vedremo in sede conclusiva, in ultima analisi ciò che le ricerche neuroscientifiche arrivano a spiegare è l'unificazione delle caratteristiche di un percelto, ma esse non riescono a procedere verso la spiegazione di un'autentica e complessa esperienza integrata, la cui fondazione filosofica dovrà essere ricercata in un'analisi profonda e aperta ad accogliere le scoperte scientifiche contemporanee. In tale ricerca un nucleo orientatore essenziale può essere ravvisato proprio nella teoria kantiana dello schematismo, il quale media il passaggio da un'esperienza parcellizzata ad un'esperienza pienamente integrata tra il trascendentale e l'empirico, rendendo conto di come le strutture *a priori* della soggettività giungano a mettere in forma una rappresentazione unitaria e coerente del mondo.

CONCLUSIONI

1. Le distorsioni temporali e il loro ruolo nel ristabilimento della continuità percettiva

Nel I capitolo abbiamo esposto quelle che, in sede neuroscientifica, vengono chiamate “distorsioni” del tempo percepito, vale a dire tutti quegli interventi della soggettività *sul tempo* mediante cui si perviene al giudizio soggettivo sulla durata, sulla successione o sulla simultaneità di uno o più eventi. L’irrappresentabilità e il carattere elusivo del tempo sono infatti i due fattori principalmente responsabili delle difficoltà dello studio empirico della percezione temporale. Dire che la soggettività *agisce sul tempo* significa non solo affermare che essa impone all’oggettività le sue strutture proprie, ma che essa *in-forma di sé* se medesima, mediante un atto attraverso cui essa fa di se stessa il suo oggetto, obiettivandosi in un distacco da sé che crea un divario dove si genera il *tempo*. La nozione centrale, sia per lo spazio sia per il tempo, è quella di “puri rapporti”⁵⁷⁶, che li caratterizza in quanto intuizioni pure: in quanto rapporti *dinamici*, spazio e tempo riflettono il carattere eminentemente *attivo* delle forme della sensibilità. Ora, operando al livello di “puri rapporti”, il senso interno non ha nulla da poter rappresentare se non il *modo* in cui la sua attività si esercita su se medesimo⁵⁷⁷. Il tempo sorge in questo gioco di attività e passività, entrambe inerenti (simultaneamente) al medesimo soggetto⁵⁷⁸.

⁵⁷⁶ “Tutto ciò che nella nostra conoscenza appartiene all’intuizione [...] non contiene altro se non semplici rapporti [...] non essendoci dato mediante il senso esterno nient’altro che semplici rappresentazioni di rapporti, anche questo senso esterno nella sua rappresentazione potrà contenere soltanto il rapporto di un oggetto con il soggetto, e non ciò che appartiene internamente all’oggetto in sé. Lo stesso vale per l’intuizione interna [...] il tempo dunque già contiene in sé i rapporti di successione, di simultaneità e di ciò che è simultaneo nella successione (il permanente)” – Kant (2004), p. 157.

⁵⁷⁷ “[...] la forma dell’intuizione non potrà essere altro che il modo in cui l’animo viene affetto dalla sua propria attività [*durch eigene Tätigkeit*], vale a dire da questo porre la sua rappresentazione [*dieses Setzen ihrer Vorstellung*], quindi da se stesso [*durch sich selbst*]” – *ivi*, p. 159.

⁵⁷⁸ Qui, Kant ha offerto la radice ultima della definizione aristotelica di tempo: se esso è (in generale e con circolarità non del tutto viziosa) numero del movimento secondo il prima e il poi, l’attività numerante appartiene allo “spirito” in quanto

Le “distorsioni” che, apparentemente, si producono in questo costituirsi della soggettività come legittima proprietaria della propria esperienza, sono influenzate dai fattori più disparati, inerenti alle proprietà dello stimolo, al modo di presentazione di quest’ultimo, nonché da moti interni quali l’emozione e le sensazioni contingenti. È intuitivo pensare che, ad esempio, un intervallo di tempo in cui accadono diversi eventi è percepito come più lungo di un intervallo di tempo “vuoto”, in cui nulla sembra accadere, e ciò per via di fattori attentivi ed emotivi, a causa dei quali il soggetto è indotto a volgersi all’esteriorità con un’attitudine diversa a seconda di ciò che accade di volta in volta nel mondo che lo circonda. Se questo è ciò che accade relativamente ai giudizi *riferiti a posteriori* riguardo alla percezione temporale, nel corso di quest’ultima si produce esattamente l’inverso: appare molto più breve un intervallo di tempo denso di accadimenti che non un intervallo “vuoto” riempito solo dalla noia per un tempo che (come si suol dire) “non passa mai”, in cui si continua a guardare l’orologio che sembra rallentato oltre misura nel suo percorso.

Da cosa è prodotta questa esperienza cangiante del tempo? Dal punto di vista evolutivo, questa capacità di “rallentare il tempo” riferito per stimoli rapidi e mutevoli potrebbe essersi sviluppata per ottimizzare la risposta individuale a scenari ambientali continuamente cangianti e dunque imprevedibili, i cui atti costitutivi, nel commercio dinamico tra organismo e ambiente, sono la difesa e l’attacco. L’intreccio spazio-temporale, proprio della globalità degli atti cognitivi umani, si rivela un fattore determinante anche nell’ambito della percezione temporale, che mostra di essere *locale* e *selettiva* rispetto a stimoli spaziali. Inoltre, come dimostrano l’effetto *tau*, *kappa* e *Frölich*⁵⁷⁹, la distanza spaziale risulta determinante per la percezione della durata temporale, e viceversa.

Al livello neuronale, l’esperienza visiva è continuamente interrotta da momenti di cecità dovuti alle saccadi, i rapidissimi movimenti oculari che accompagnano l’esplorazione dinamica della

ordina innanzitutto se stessa (e solo dopo i fenomeni) secondo un antecedente e un conseguente appartenenti simultaneamente allo stesso soggetto.

⁵⁷⁹ Nell’effetto *tau*, l’intervallo di tempo che separa due eventi mostra di influenzare i giudizi spaziali; nell’effetto *kappa*, viceversa, la distanza tra gli stimoli che marciano un intervallo di tempo influenza la stima della durata; infine, nell’effetto *Frölich* la posizione percepita di un *target* in movimento è dislocata nella direzione del movimento stesso.

scena visiva. Gli effetti più sorprendenti si verificano relativamente agli stimoli perisaccadici, ovverosia nel caso di percetti presentati intorno al tempo di insorgenza dei movimenti oculari. In questo frangente, la coscienza svolge operazioni di *compressione*, *inversione temporale*, *oscuramento*, *dilatazione*, *integrazione* o *separazione* dei percetti visivi. Come accade che l'informazione raccolta successivamente nel corso delle saccadi sia integrata in un'esperienza unica e coerente? La questione fa riferimento al problema del ristabilimento della continuità visiva attraverso e durante il costante mutamento delle coordinate retiniche degli oggetti percepiti. La dislocazione dei percetti intorno al tempo di insorgenza delle saccadi sarebbe la conseguenza di un processo di "rimappaggio" dei campi recettivi visivi, nel corso del quale l'informazione presaccadica verrebbe coordinata all'informazione postsaccadica – processo in cui il cervello "ricalcolerebbe" costantemente le coordinate di ogni nuovo *input*.

Come è possibile avere un'esperienza visiva senza soluzione di continuità, data la sistematica e costante "interruzione" introdotta dai movimenti saccadici? Se volgiamo improvvisamente lo sguardo alla lancetta dei secondi di un orologio, quando questa ha appena terminato il suo percorso verso il secondo successivo, possiamo avere l'impressione che il tempo "si fermi per un istante", riprendendo a scorrere quando la lancetta riprende il suo moto verso l'indice successivo. Si parla, in questi casi, di *cronostasi*, la quale consisterebbe proprio in questa apparente dilatazione del tempo percepito, che emerge quando confrontiamo l'esperienza soggettiva con lo scorrere discreto e imparziale della lancetta di un orologio: "l'illusione si verifica perché il cervello estende il percetto del *target* saccadico all'indietro nel tempo"⁵⁸⁰, collocandolo temporalmente in un istante che precede immediatamente l'inizio del movimento saccadico e "riempiendo" per così dire il *gap* percettivo dovuto ai movimenti saccadici.

1.1. Retrodatazione e coscienza percettiva

Un altro fenomeno inedito ed estremamente interessante è risultato dalle ricerche di B. Libet sulla temporalità percepita per gli stimoli sensoriali e per gli atti motori volontari. Questi studi hanno

⁵⁸⁰ Yarrow (2001), p. 302.

messo in luce come, tanto nell'esperienza percettiva, quanto nei processi che sfociano negli atti volontari, si produca una discrepanza tra la valutazione temporale soggettiva dell'esperienza e la misurazione sperimentale dei tempi necessari a generarla. La misurazione dei tempi oggettivi per il prodursi di un'esperienza sensoriale a confronto coi riferimenti soggettivi intorno alla stessa mostra che la consapevolezza soggettiva sorge circa mezzo secondo *dopo* l'attivazione neurale delle aree connesse con il punto del corpo in cui si è verificata la percezione, sebbene non abbiamo alcuna coscienza di questo ritardo.

Come colmare lo scarto tra le due esperienze, dove la nostra consapevolezza "arriva sempre in ritardo" rispetto all'attivazione fisica dei neuroni coinvolti nella percezione di uno stimolo sensoriale? Come superare questo sostanziale divario tra misurazione sperimentale del tempo e temporalità soggettiva? L'ipotesi più plausibile è che vi sia un meccanismo di "retrodatazione" del percolato all'indietro nel tempo, per cui, se da un lato la consapevolezza dello stimolo è di fatto ritardata di circa 500 msec, dall'altro essa riporta indietro nel tempo la percezione dell'evento, per farlo coincidere col momento della sua reale comparsa.

Relativamente al ritardo della consapevolezza negli eventi percettivi, il tempo misurato sperimentalmente mostra tuttavia di aderire ad un'attitudine *analitica* nei confronti di ciò che la soggettività esperisce invece come un *campo di presenza*, all'interno del quale non vi sono né ritardi né retrodatazioni, ma una *simultaneità che dura*, e che solo in un momento successivo può essere analizzata e articolata. Solo tenendo separati i due punti di vista (quello dello sperimentatore e quello del soggetto dell'esperimento) è possibile parlare di "distorsioni". Includendo entrambi nel medesimo campo di presenza, invece, e tenendo conto che, nel soggetto, la percezione dello stimolo *non è indipendente* dalla presa di coscienza di esso, l'esperienza vissuta in prima persona e l'osservazione sperimentale ci risulteranno non solo compatibili, ma reciprocamente confermate. Lo *stesso* fenomeno, infatti, può esprimersi *soggettivamente* nella simultaneità tra percezione e consapevolezza del percolato, e *oggettivamente* nella frantumazione in momenti isolati a partire dalla medesima simultaneità, che è vissuta fenomenologicamente come un presente *esteso*. In definitiva, "rispetto alla presa di coscienza la retrodatazione è qualificata come correzione 'soggettiva' delle distorsioni neurali. Ma di questa soggettività si dice che corregge delle distorsioni oggettive! E alla fine risulta che mediante (gli

errori del) ritardo e (della) retrodatazione, si viene a individuare ‘soggettivamente’ proprio il tempo oggettivo (addirittura correggendo delle pretese distorsioni neurali)”⁵⁸¹.

Che immagine del tempo ci presentano le neuroscienze? Esse ci parlano di “distorsioni”, ma non ci informano sul loro *perché* né su *come* esse siano *possibili*. Il tempo viene colto a partire dai percetti empirici. Tuttavia, in sede conclusiva del I capitolo abbiamo mostrato come il tempo non possa essere considerato un concetto empirico tratto dall’esperienza che abbiamo di ciò che accade nel mondo sensoriale. Infatti, non potremmo percepire la simultaneità o la successione negli oggetti se non avessimo *già* una nozione temporale di tali determinazioni. In altre parole, se esse non fossero già in noi, gli oggetti non potrebbero *mostrarcele*. Occorre dunque ammettere che solo se presupponiamo il tempo “ci si può rappresentare qualcosa che sia in un unico e medesimo tempo (simultaneamente), oppure in tempi diversi (successivamente)”⁵⁸², e che il tempo non è dunque né un concetto empirico, né un concetto discorsivo, bensì una forma dell’intuizione presente nella soggettività prioritariamente ad ogni contatto con oggetti temporali. Esso è dunque condizione della temporizzazione di ogni evento sensoriale e dell’elevarsi a conoscenza di ogni percetto colto spazio-temporalmente.

Le neuroscienze ci dicono *che* i modi di temporizzazione degli eventi sono “distorti” rispetto al tempo cronometrico degli orologi, ma con ciò non fanno che reinterpretare l’Estetica Trascendentale di Kant da un punto di vista soggettivistico. Che ne è delle strutture più profonde della soggettività? Solo tenendo in considerazione i resoconti soggettivi in quanto “dati” scientifici è possibile trarre un significato profondo da una fenomenologia dei modi di temporizzazione dell’esperienza, che abbiamo via via svolto nel corso della trattazione. La possibilità stessa della temporalizzazione degli eventi mostra di avere a che fare in modo sostanziale con una capacità soggettiva di “dare senso” agli input sensoriali in modo tale che, generando rappresentazioni spaziotemporali che pure appaiono “distorte” se confrontate con ciò che ne misura l’analisi sperimentale, sono in realtà tutt’altro che “distorte” se si accetta di qualificare come *sensata e coerente* la nostra esperienza nel tempo.

⁵⁸¹ Ivi, p. 77.

⁵⁸² Kant (2004), p. 131.

In effetti, le “distorsioni” del tempo emergono al livello del confronto tra i riferimenti soggettivi e il tempo misurato sperimentalmente. Quali sono le *condizioni di possibilità* di tali distorsioni? È nel confluire dei giudizi soggettivi in proposizioni dotate di senso che gli scienziati possono attribuire a tali giudizi un carattere *distorto* o *illusorio* rispetto a ciò che si suppone aderire al tempo oggettivo. Ora, in quanto tale, non v’è nulla come un giudizio che “aderisca” al tempo “oggettivo”. Il giudizio individuale, in quanto tale, è sempre generato nella prospettiva peculiare propria del soggetto che lo formula, seppur in termini intersoggettivamente condivisibili. Ed è proprio nell’incrocio tra tale apertura all’intersoggettività e la privatezza del vissuto individuale inconscio che si generano le “distorsioni” del tempo percepito. Il punto di vista intersoggettivo deve sempre accompagnare la riflessione che emerge quando lo scienziato interroga il soggetto dell’esperimento, al quale spetta di formulare il giudizio sull’esperienza vissuta. Il giudizio sorge in sede di riflessione sul tempo vissuto, ma nella riflessione è già in gioco un modello di intersoggettività, vale a dire un paradigma formalmente condivisibile con chiunque. Nel linguaggio, infatti, la peculiarità dell’individuo si fa universalità, e le strutture individuali finiscono per coincidere con quelle di tutti gli altri possibili individui.

Ma *chi* o *che cosa* introduce il tempo oggettivo? *Chi* nota la distorsione è egli stesso – lo scienziato – un individuo che si pone da un certo *punto di vista* tanto quanto il soggetto dell’esperimento. Come la simultaneità richiede la moltiplicazione dimensionale del tempo, allo stesso modo il tempo oggettivo richiede l’introduzione di una molteplicità di soggetti per emergere. In verità, il tempo oggettivo è già il residuo costituito di un confronto, quello tra tempo oggettivo e tempo soggettivo, in cui l’intersoggettività si pone come condizione primaria di possibilità. È solo questa molteplicità di soggetti che rende possibile il confronto tra il tempo come nozione isocrona e il tempo variabile e continuamente cangiante attestato dall’esperienza soggettiva. I due ordini di eventi –soggettivo e oggettivo – sono mantenuti uniti solo nella prospettiva dello scienziato, ma se proviamo a capovolgere la prospettiva a favore del soggetto dell’esperimento, in tal caso scompare la nozione stessa di “distorsione”, lasciando il posto a qualcosa che distorto non è, ma è bensì un flusso costante e senza soluzione di continuità che è immagine dell’esperienza soggettiva.

La “sensatezza” governa dunque i modi soggettivi inconsci di rapportarsi al mondo. Se l’operazione di assoggettamento della molteplicità di aspetti di un oggetto alla forma percettiva spazio-temporale, sotto la quale soltanto l’oggetto può rientrare in un’esperienza possibile (e, anzi essere un “oggetto”) fosse qualcosa di distorto o illusorio, non si potrebbe mai spiegare la produzione della coerenza in seno all’esperienza soggettiva. Il *pattern* spazio-temporale, in cui il soggetto mette in forma l’esperienza, è *già* informato dalle strutture della soggettività, la quale gli conferisce unità e sensatezza. Il mondo *si presenta* al soggetto in quanto quest’ultimo contiene già in sé le forme *a priori* di tale assoggettamento. Lungi dall’essere qualcosa di distorto, tale assoggettamento è proprio quanto di più *sensato* il mondo contenga.

Occorre dunque ammettere che le condizioni di conoscibilità degli oggetti sono le stesse sotto cui gli oggetti devono porsi per essere tali, e che il mondo è sensato perché vi è, nel soggetto, una facoltà di informarlo di sé che lo rende formalmente specchio della sensatezza delle strutture soggettive. Se è così, allora i risultati emersi nell’ambito degli studi sulle “distorsioni” temporali del tempo percepito non contraddicono, bensì confermano l’assunto kantiano relativo al principio supremo dei giudizi sintetici a priori, secondo cui medesime sono le condizioni di possibilità dell’esperienza soggettiva e degli oggetti d’esperienza: la misurazione temporale dei percetti e le condizioni temporali della percezione soggettiva non sono infatti alcunché di “arbitrario”, ma coincidono anzi proprio nella loro condizione di possibilità, e le modalità messe in opera nel *setting* sperimentale contengono in sé la prova di tale affermazione.

Le “distorsioni” costituiscono l’enorme, paziente, velocissimo lavoro che la soggettività compie in vista del conferimento di *sensato* alla nostra esperienza complessiva. Al cospetto di questo gigantesco lavoro, le analisi di misurazione in base al tempo degli orologi, mediante cui gli scienziati hanno cominciato a portare alla luce il lavoro inconscio della soggettività (incappando a loro volta in aporie non da poco), appare estremamente semplificato e, in definitiva (e per necessità), astratto e astraente. Le distorsioni non sono modalità “soggettive” di cogliere il tempo oggettivo, ma, dato che quest’ultimo è pur sempre una costruzione soggettiva, esse diventano modalità soggettivo-oggettive della percezione di fenomeni sotto la condizione del tempo come *forma* altrettanto soggettivo-oggettiva dei processi mentali. Ma questo non

conferma forse il principio supremo di tutti i giudizi sintetici a priori, formulato da Kant?

Se è così, perde anche di senso la domanda se ad essere distorto sia il tempo vissuto soggettivamente o quello costituito oggettivamente nel giudizio. Le distorsioni sono *prospetticamente* inevitabili, poiché la gravitazione attorno al punto dell'osservazione (e dell'azione) rispetto al mondo non consente all'essere percipiente (e all'agente) di collocarsi come cosa tra le cose. Egli, piuttosto, le *abita*, e vi inerisce col corpo proprio, come abbiamo ampiamente mostrato in sede di conclusione al III capitolo. Spazialmente, il percipiente non è un punto tra altri punti né, temporalmente, è un istante in una successione di istanti; se così fosse, la percezione del tempo e dello spazio soggettivi corrisponderebbe alla *misurazione* di proprietà spaziali e temporali dei percetti. Ma abbiamo visto che le distorsioni del tempo percepito manifestano proprio questa non corrispondenza tra i due modi del tempo.

Anche il riferimento a Kant, tuttavia, incontra qui i suoi limiti. Nell'Estetica Trascendentale, egli parla infatti del tempo in quanto tempo *costituito*. Pur caratterizzandolo come *Selbstaffektion*, per Kant il tempo rimane isocrono e unidimensionale. Lo schema temporale va dunque ampliato e arricchito alla luce degli apporti delle odierne neuroscienze, che mostrano come il tempo non sia, ad esempio, unidirezionale, perché i riferimenti retroattivi lo contorcono fino a farne uscire di volta in volta un'immagine dalla forma sempre nuova, intrecciata tra il presente e il passato, enigmatica al punto da richiedere l'introduzione di nuovi paradigmi concettuali.

La coscienza prevede prospetticamente e si (ri)costruisce retrospettivamente. C'è un principio, interno alla soggettività, che la disloca costantemente, che crea un divario tra il soggetto e se medesimo. In tale divario si produce il tempo. La dislocazione è anche propria di ogni atto intenzionale: il soggetto non coincide mai con se stesso, è sempre *prima* o *dopo* se stesso – o entrambi, come gli esperimenti che abbiamo esposto nel III capitolo hanno mostrato, e la cui spiegazione va attribuita in parte ai modelli predittivi e postdittivi della percezione e dell'azione.

Se la struttura originaria della soggettività non fosse un instancabile moto diretto-ad-altro, se la dislocazione non si verificasse, essa non si mostrerebbe, come pure fa, nella sua originaria natura di

attività spontanea, la quale rende possibile la costituzione *dinamica* di un mondo continuamente cangiante, tra i cui oggetti v'è pure il proprio Sé. Quest'ultimo è colto mediante un autoriferimento interno, che direziona la forza obiettivata dal lato opposto rispetto al mondo, ossia all'Io come ciò che accompagna ogni rappresentazione. Come l'azione impulsiva, così l'Io inoggettivato è già da sempre sfuggito al controllo. L'Io non si coglie mai come tale, ma sempre e solo obiettivandosi, e perciò *facendosi* tempo. *Il soggetto è questa movenza di dislocamento in atto.*

L'Io penso è il principio del *tempo determinante*. Come avviene la determinazione del tempo? Relativamente a questa funzione, non vi deve forse essere una forza operante che assomiglia profondamente alla funzione svolta in Kant dallo *schematismo trascendentale*? Lo schematismo trascendentale spiega come l'Io si "cali" nell'empirico determinandolo secondo le proprie strutture *a priori*. È in questa formazione che vanno ritrovati i modi soggettivi di imporre le proprie sembianze all'esperienza. Nello schematismo, il tempo viene determinato attraverso la categoria, che regola lo schema per applicarsi ai fenomeni. In ciò, il soggetto *determina* il tempo per costituire l'esperienza come un tutto *sintetico* e coerente.

Se il soggetto non può conoscersi che obiettivandosi, in questo senso l'Io è altro da se stesso proprio quando si pone come oggetto a se stesso. Il tempo è il *diverso* che la soggettività rappresenta di fronte a se stessa, scindendosi internamente. Il tempo si genera nella crepa in cui il soggetto si divide da sé per conoscersi. Così, anche il tempo si divide in sé: esso è e non è già più. È solo così che esso può riunificare la disgiunzione tra esperienza soggettiva ed esperienza scientifica. Come? Attraverso il *sensu* che ha l'agire e il percepire umano, attraverso le forme multicolori dell'esperienza temporale, che in quanto forme si caratterizzano per il fatto di essere esse stesse *atemporal*i. Tale è il *sensu* dell'esperienza, *atemporale* perché assoggetta a sé anche il tempo, perché rimuove la frattura del soggetto con sé e ripristina quell'unità e quella coerenza di cui facciamo quotidianamente esperienza.

Le deformazioni che la soggettività induce nelle determinazioni spazio-temporali sono dunque messaggeri dell'originario. Parlare di "deformazioni" presuppone l'aver assolutizzato lo spazio dei regoli e il tempo degli orologi, significa ritenere che le condizioni di possibilità siano esse stesse determinate nello spazio e nel tempo dei fenomeni. Abbiamo visto come, tuttavia, questa prospettiva si limiti a cogliere *che*,

ma non *come* le distorsioni siano possibili. Solo se nelle deformazioni si abbandonerà l'attitudine di leggere una *deminutio*, ma vi si scorgerà una manifestazione empirica dell'attività costituente della soggettività nei confronti dell'esperienza e del tempo stesso, riusciremo finalmente a ricomprendere insieme prospettiva scientifica e vissuto soggettivo. I contenuti inconsci si deformano *quando raggiungono la coscienza*; allo stesso modo, tuttavia, il tempo "oggettivo" viene "deformato" quando entra nella sfera della percezione cosciente; se è così, allora tempo oggettivo e tempo soggettivo possono essere considerati i poli dello stesso fenomeno e, che si parta dall'uno o dall'altro, il reciproco risulterà per forza di cose "distorto". Si tratta dunque di una questione prospettica, che ci rimanda alla presenza della molteplicità di soggetti presenti in ciascun esperimento (i volontari e gli sperimentatori).

Intendere le distorsioni come "messaggeri" di un "originario" che è al di là dei regoli e degli orologi significa anche ristabilire la soggettività come punto di partenza tanto dell'esperienza individuale quanto dell'esperienza *scientifica*. Le distorsioni ci indicano infatti la via per ripensare da capo la struttura della soggettività, in cui il *tempo* non ne è l'essenza precipua, come voleva Heidegger, né una struttura *a priori* già formata, come voleva Kant, ma bensì il frutto del movimento di conferimento di *sensu* all'oggettività da parte del soggetto. D'altra parte, il dominio sul tempo è manifestato già nell'attività dell'uomo primitivo, che colse nella danza – e nell'obbedienza del ritmo alla spontaneità soggettiva, che essa comporta – il procedere naturale della pratica *umana*, nella misura in cui, proprio in virtù del ritmo così as-soggettato, l'individuo condivide con tutti gli altri individui una misura comune, divenendo così l'espressione di un *universale* che accoglie e collega in sé il proprio altro. Il materializzarsi dell'universalità del linguaggio sarà poi il fattore fondamentale dello sviluppo del carattere più proprio dell'umano in quanto abile a comunicare intersoggettivamente i propri stati d'animo interiori.

In base a questo, potremmo addirittura affermare che la pratica indeterminata e linguisticamente povera dell'animale si eleva all'universalità dell'azione umana proprio in virtù del dominio sul tempo. La soggettività è dunque determinante rispetto al tempo e non ne è determinata. È sempre la soggettività a produrre le "distorsioni" del tempo percepito, nella misura in cui esse, nella loro individualità, non possono elevarsi all'universalità di un linguaggio condivisibile se

non comparandole al tempo “oggettivo” degli orologi. Distorsioni e individualità sono dunque sinonimi, proprio come linguaggio e universalità. Come il linguaggio *sostituisce* un pensiero comune tra gli uomini, così il tempo oggettivo è una *costruzione simbolica* che la scienza utilizza solo in quanto si riferisce ad un’universalità che, come voleva Kant, ci consente di parlare dello stesso *mondo* spazio-temporale.

2. Tempo e libertà nell’azione volontaria

2.1. Il ritardo della consapevolezza nell’azione volontaria

Diventano sempre più frequenti, nel panorama scientifico odierno, i casi in cui i risultati delle ricerche condotte nell’ambito delle scienze particolari s’intersecano e, non di rado, confliggono con posizioni consolidate della cultura filosofica. L’inarrestabile moltiplicarsi degli studi sui supporti neurali del pensiero sembra aver elevato l’odierna ricerca neuroscientifica a “nuova filosofia”, cui è demandata l’indagine e la discussione di tematiche ritenute un tempo di esclusiva pertinenza della “Metafisica”. I risultati ottenuti in questi studi lanciano sfide sempre più prepotenti alla comprensione di ciò che ci costituisce in quanto soggetti umani, soprattutto là dove ad essere messi in questione in modo controintuitivo sono i fondamenti del comportamento umano e, in particolare, dell’agire consapevole.

Per questo motivo, da più punti del panorama neuroscientifico si è riconosciuta l’esigenza di fondare l’analisi sperimentale e l’interpretazione dei dati ottenuti su apparati categoriali solidi e adeguati a comprendere l’estrema complessità di alcune funzioni della mente. Tra questi, la filosofia trascendentale si è rivelata un punto di riferimento imprescindibile ogni volta che, tanto nel mondo conoscitivo, quanto nella sfera pratica, era in questione il *potere costituente della soggettività*. Nel II capitolo, un’ermeneutica kantiana dell’interpretazione dell’arbitrio avanzata *in primis* da B. Libet ci ha condotti a cogliere i limiti e le possibilità della nozione di “arbitrio”, teorizzato in sede sperimentale a partire da atti oltremodo semplici e ristretti nel tempo, quali la mera e istantanea pressione di un pulsante, proprio nel momento in cui si intenda identificarlo con la libertà umana *tout court*.

Il legame profondo che la comunità scientifica riconosce con la filosofia trascendentale è giustificato da istanze di tipo non solo metodologico, ma anche contenutistico-descrittivo. Da un lato, infatti, non si è potuta non riconoscere la stretta affinità tra l'enorme potere *attivo* esercitato dal nostro sistema nervoso nell'elaborazione del mondo-ambiente e il significato della "rivoluzione copernicana" operata da Kant. Dall'altro, non v'è dubbio che la descrizione odierna del cervello come un sistema *spontaneo, predittivo, autonomo, organizzato e globalmente connesso* sia assai vicina alla caratterizzazione kantiana delle strutture *a priori* della nostra facoltà conoscitiva.

All'indiscusso riconoscimento dell'importanza dell'eredità kantiana in sede *conoscitiva*⁵⁸³, fa riscontro, tuttavia, il rifiuto esplicito, o addirittura il silenzio su tale eredità, quando essa concerne l'aspetto etico-*pratico* dell'agire umano. E infatti, sembra sia proprio il versante pratico della filosofia trascendentale (quello che a Kant stava più a cuore) a venire fortemente attaccato da alcuni recenti risultati neuroscientifici, i quali sembrano inevitabilmente minare quel primato della ragion pratica che racchiude il senso ultimo della filosofia kantiana.

Come abbiamo approfonditamente visto nel III capitolo, ciò che i risultati neuroscientifici odierni hanno mostrato è che l'attività del soggetto sembra avere il singolare potere di non soggiacere alla direzione, apparentemente incontrastabile, della freccia del tempo, ma d'intervenire attivamente su di essa, trasformandola profondamente mediante *retrodatazioni, cronostasi, postdatazioni* e atti di *attrazione temporale* dei tempi percepiti. In ambito pratico, tutto questo ha costretto a ripensare in profondità la nostra credenza, tradizionalmente accolta in seno alla stessa filosofia, secondo cui l'intenzione *precede e determina* le nostre azioni.

A scuotere prepotentemente la nostra credenza di essere agenti liberi è stata la massiccia tradizione che, facendo capo agli studi di Benjamin Libet sulla temporalità della consapevolezza, ha mostrato

⁵⁸³ Gli esempi sono innumerevoli: dall'importanza della filosofia kantiana nell'ambito delle scienze cognitive – Brook (1994) –, alle interpretazioni che intrecciano filosofia trascendentale e meccanica quantistica – Mashour (2004); Bitbol (1998, 2008) –, ai modelli che si appellano a Kant per spiegare la percezione di oggetti unificati – Treisman (1982) – e l'identità degli oggetti nel tempo – LaRock (2010), all'interpretazione "kantiana" dello spazio esposta dal recente premio Nobel O'Keefe (2014), interpretazione che è stata il motore di nuove ricerche sperimentali – Palmer (2008) –, e così via.

come l'attivazione delle aree corticali connesse all'esecuzione di un atto motorio preceda nel tempo l'istante della presa di consapevolezza, da parte del soggetto, della decisione di agire. Cosa rimane, infatti, della libertà, una volta accertato il condizionamento neurale delle nostre intenzioni? Apparentemente, sembra che la fondazione dell'assolutezza e incondizionatezza della libertà nel carattere noumenico dell'uomo allontani fatalmente la filosofia kantiana da quel terreno empirico sul quale viene portato oggi l'attacco alla libertà e che sembra destituire di senso o, peggio, ridurre a residuo dogmatico ogni rimando a strutture indipendenti dall'esperienza. Intesa in tal modo, la libertà kantiana sembra inevitabilmente soccombere di fronte agli attacchi mossi dagli odierni risultati neuroscientifici.

Vi è tuttavia un immenso territorio, generalmente poco esplorato, in cui Kant si rivela un autentico *Geistempirist*, un empirista delle attività della soggettività alle prese con le “feconde bassure dell'esperienza”. È qui che, a dispetto della sua fama di ‘razionalista’ etico, Kant riconosce l'aspetto ineliminabile e decisivo di quei fattori *pre-razionali* e *a-razionali* che, intrecciati al controllo cosciente, intervengono in modo essenziale nell'esecuzione delle azioni umane. Tali componenti pre- e a-razionali si manifestano in quell’“energia impulsiva”, già nota in Aristotele come *orexis*, che nella filosofia kantiana è ciò che consente all'individuo di “passare all'azione” dopo che l'intelletto ha calcolato deliberatamente “come” agire.

Oggi, questi fattori troverebbero forse il loro corrispettivo neurofisiologico in quel “borbottare” inconscio del cervello, che Libet descrive come quell'attività che precede e fa scaturire l'azione, senza poter essere ridotta ai processi coscienti che l'accompagnano. L'inizio *inconscio* dell'azione, di cui parla Libet, risulterebbe così confermato e fondato già in sede di filosofia trascendentale. Il riferimento a Kant è allora tanto più importante perché ci consente di comprendere come, pur ammettendo una fase impulsiva a-razionale, da cui prende concretamente avvio l'azione, ciò non condizioni né limiti la possibilità e anzi la necessità di attribuire all'individuo la responsabilità del suo agire in quanto agire *libero*.

La straordinaria scoperta di Libet, rafforzata e ampliata dagli studi successivi, è che la presa di coscienza di voler compiere “liberamente” un determinato movimento è preceduta di quasi mezzo secondo da quello che Libet chiama il “borbottare” inconscio

dell'attività neurale. Ciò significa che “il processo che porta a un'azione volontaria viene *iniziato* dal cervello in modo *inconscio*, molto prima che appaia la volontà cosciente di agire. Ciò implica che il libero arbitrio, se esiste, non inizierebbe come azione volontaria”⁵⁸⁴. Questo implica importanti conseguenze: non solo (1) compromette pericolosamente la nostra certezza di essere agenti dotati di *libera* volontà, ma (2) limita seriamente (se non addirittura nega) la legittimità stessa di pensare l'agire umano come radicato in strutture *a priori*, antecedenti e condizionanti l'atto empirico; infine, (3) assegna una funzione decisiva ai condizionamenti *empirici*, con conseguenze incalcolabili per la valutazione della responsabilità e dell'imputabilità delle azioni umane.

Il ruolo della *volontà cosciente*, nell'interpretazione di Libet, è infatti limitato al brevissimo intervallo di tempo, di soli 100 msec, che precede quasi immediatamente l'atto motorio, collocandosi a ridosso di quegli ultimissimi 50 msec necessari alla corteccia per inviare i segnali motori che sfociano nel movimento – intervallo in cui l'azione va a compimento senza che il soggetto possa, anche volendolo, interromperla. Nei 100 msec a disposizione della coscienza, questa “può decidere se permettere al processo volontario di andare a compimento, dando luogo all'atto motorio. Oppure, la volontà cosciente può “mettere il veto” al processo e bloccarlo, di modo che non avvenga nessun atto motorio”⁵⁸⁵. Va osservato che, non attivando alcun muscolo, il veto *non è registrabile* da alcuno strumento sperimentale.

L'interpretazione di Libet ha subito innumerevoli critiche provenienti da ampi territori della ricerca scientifica e filosofica, che abbiamo esaminato nel II capitolo. Tali critiche hanno riguardato non solo il “dualismo metodologico” implicito nella pretesa di confrontare tempi “neurali” e tempi “mentali”, ma anche la problematica assunzione di un atto semplice e de-contestualizzato – quale la flessione del polso – come rappresentativo dell'agire specificamente umano, con la convinzione che questo possa mettere in gioco qualcosa come la libertà o quel suo particolare uso costituito dal libero arbitrio.

La stragrande maggioranza delle dispute ha tuttavia riguardato gli eventi che avvengono entro l'esile finestra temporale circoscritta dall'esperimento di Libet. Assai scarsi sono stati invece i tentativi di inquadrare l'interpretazione libetiana entro un quadro più generale, che

⁵⁸⁴ Libet (2007), p. 141.

⁵⁸⁵ Ivi, p. 142.

includesse la soggettività nella sua interezza, e non come mero supporto a all'attività decisionale circoscritta dall'esperimento. E infatti, se ci si chiede perché non sia un'area qualsiasi ad attivarsi prima del movimento, ma proprio quella che il soggetto *sa* fin dall'inizio di dover attivare, ci si rende conto che a dover essere inclusa nell'interpretazione dell'esperimento è una fase di complessità e durata ben più ampie di quella che precede immediatamente il movimento. La vera "decisione" di agire viene infatti maturata nella *fase istruttoria*, in cui il soggetto pondera i moventi dell'azione, accettando o rifiutando la richiesta dello sperimentatore e avviando *consapevolmente* il processo che sfocerà nell'impulso il quale, a sua volta, darà *inconsapevolmente* avvio all'atto motorio vero e proprio.

I processi inconsci che accompagnano l'attivarsi della corteccia motoria sono sì registrabili *prima* che il soggetto prenda consapevolezza dell'intenzione di agire, ma vengono anche sempre *dopo* la decisione presa nella fase istruttoria. La decisione empirica di flettere il polso ha dunque già alle sue spalle un *essersi decisi o non decisi* per l'azione in base a un consenso (o a un rifiuto) che in Kant corrisponderebbe alla formulazione della "massima" da parte dell'arbitrio. La "massima" è definita da Kant come un principio pratico (ossia rivolto all'agire) che contiene in sé una determinazione *universale* della volontà⁵⁸⁶. Ciò significa che *l'arbitrio non si rivolge direttamente all'azione, ma primariamente alla formulazione della massima che guida l'azione.*

2.2. Per un'ermeneutica kantiana della libertà pratica in sede neuroscientifica.

Ora, se volessimo trovare, nell'esperimento di Libet, il luogo adeguato al dispiegarsi della funzione dell'arbitrio, esso non cadrebbe certo entro quell'esiguo intervallo di 100 msec, in cui la volontà cosciente può intervenire portando a termine ovvero vietando l'azione, ma nel ben più ampio intervallo di tempo inclusivo della fase istruttoria. Se le cose stanno così, allora quest'ultima risulta non solo (e non tanto) una parte integrante del processo volitivo, ma il luogo privilegiato in cui si esercita la libertà dell'arbitrio. Una tale interpretazione non solo non contrasta con i risultati dell'esperimento di Libet, ma risulta anche

⁵⁸⁶ Kant (2000), p.63.

confermata dagli studi successivi condotti sulle aree cerebrali coinvolte della produzione degli atti volontari.

L'errore di Libet non consisterebbe tanto nell'essersi limitato all'orizzonte osservativo-sperimentale (empirico) dei processi neurali coinvolti negli atti volontari, ma nel non aver compreso che l'arbitrio, ridotto alla funzione del veto cosciente, non esaurisce il senso della libertà *tout court*, e ha bisogno di una fondazione ulteriore. L'accezione libetiana di "arbitrio" è lungi non solo dall'approssimare il senso della "libertà" pratico-trascendentale, ma anche dall'esaurire la funzione dell'arbitrio kantianamente inteso. L'arbitrio kantiano, riferendosi non alle azioni ma alle massime, ha di mira sempre l'*universale* (il che lo rende una facoltà noumenica al pari della libertà trascendentale). Invece, ciò che Libet chiama "arbitrio", più che abilitare il soggetto a scegliere "che cosa" fare e "come" agire, gli consente piuttosto di rispondere "sì" o "no" ad un atto già deciso in precedenza (durante la fase istruttoria, appunto).

Una tale dinamica sembra essere all'opera anche nell'etica kantiana, nella relazione tra arbitrio e libertà pratica. La libertà dell'*arbitrio* si esercita nell'*alternativa* tra, da un lato, l'adeguamento della massima soggettiva alla legge universale, e, dall'altro, la trascuratezza della legge a favore dell'impulso individualistico. La libertà pratica *trascendentale* non si gioca su un'alternativa, ma ha di mira unicamente la legge universale, riconosciuta dalla ragione come assoluta e necessaria, in quanto condizione stessa della libertà. Per questo la volontà kantiana non è né "libera" né "non libera", perché non si gioca su un'alternativa tra un "sì" e un "no", ma si identifica con la stessa universalità della legge.

Infine, sembra che anche in sede sperimentale l'apparente contraddizione tra tempo *percepito* in prima persona e tempo *osservato* in terza persona rimandi a un'attività temporalizzatrice originaria, *noumenica*, da parte della soggettività: la serie causale che conduce all'azione è iniziata dal (e non *nel*) soggetto noumenico (in quanto causa assoluta e *atemporale* delle azioni che si dispiegano *nel tempo* dei fenomeni). E ciò in conformità alla distinzione tra libertà trascendentale come capacità di iniziare assolutamente una serie di eventi nel mondo dei fenomeni di contro a un libero arbitrio come libero "uso" della libertà.

Ora, com'è possibile mediare il lato trascendentale della libertà pratica con il lato empirico delle azioni che si dispiegano nel mondo dei fenomeni? Sembra che la risposta ci possa condurre a qualcosa che assomiglierebbe ad uno “*schema* pratico” della libertà kantiana. La risposta a questa domanda potrebbe ricostituire in modo sostanziale il quadro concettuale entro cui vengono interpretati anche i risultati degli esperimenti sugli atti volontari coscienti. Anche qui, infatti, sembra che l'avvio dell'azione sia affidato a una forza impulsiva (registrabile nell'attività neurale) che poco o nulla condivide con gli eventi “mentali” che l'accompagnano e che, oltre a innestarsi nell'ultima fase del processo decisionale (i 100 msec di Libet), si dispiegano anche nella ben più ampia finestra temporale in cui il soggetto è istruito sull'atto da compiere. In sede di conclusione del II capitolo, ho ricondotto l'attenzione del lettore sul fatto che, come “punto d'innesto del soprasensibile nel sensibile”⁵⁸⁷, l'arbitrio kantiano sembra avere qui la medesima funzione mediatrice dello schema temporale esposto nella *Critica della ragion pura*: come questo aveva il potere di determinare *a priori* il molteplice contenuto nell'intuizione sensibile, mediando l'applicazione delle categorie dell'intelletto ai fenomeni, allo stesso modo l'arbitrio sembra avere il peculiare potere di determinare il molteplice contenuto nell'azione attraverso la formulazione della massima, risultando così come il mediatore tra l'universalità della legge e la particolarità dell'azione.

Ho dunque proposto che lo schema trascendentale sia rinvenibile anche in sede pratica, e che ciò ci consenta di approfondire sino alle sue radici la comprensione del rapporto tra arbitrio e libertà in senso pieno. Diversi sono i motivi che non ci consentono di parlare di “libertà” basandoci sui risultati dei *test* condotti in sede neuroscientifica. In primo luogo, l'arbitrio non si rivolge alle azioni, bensì alla formulazione delle “massime” per le azioni: ciò lo colloca su un piano trascendentale quale specificazione della libertà pratica kantianamente intesa, di cui condivide i caratteri di assolutezza, di apriorità e, soprattutto, di atemporalità. Ciò che Libet chiama “arbitrio” è invece qualcosa di contrassegnato da caratteri (quali la ristrettezza temporale limitata a 100 msec, la condizionatezza data dalle istruzioni sull'atto da compiere, e così via) che lo rendono più affine a una capacità di “scegliere a caso” o a un mero “lancio di dadi” che a una vera e propria facoltà decisionale.

⁵⁸⁷ Chiereghin (1991), p. 166.

Solo in virtù del libero arbitrio è possibile, per la massima particolare, elevarsi all'universale e adeguarsi in tal modo alla legge, che fa di ciascun atto compiuto sotto il suo dominio un'*azione* specificamente *umana*. Invece, della tensione all'universale, che definisce la *libertà* umana, non vi è traccia nell'esperimento di Libet, né negli studi successivi sulla temporalità dell'azione volontaria. Lungi dal poter essere detto un atto "libero", un movimento come lo scatto del polso o la pressione di un pulsante risulta piuttosto un gesto "privo di storia", la cui anonimità e insignificanza è incomparabile con l'attività di ponderazione e deliberazione che, assumendo su di sé l'indescrivibile complessità della biografia esperienziale di un individuo, rende l'atto umano un prodotto di una scelta *libera*. Nello studio di Libet, ciò corrisponde alla fase istruttoria, la quale, sebbene non sia stata considerata come fase rilevante ai fini dell'esperimento, deve al contrario essere riconosciuta come la sede della vera "decisione" da parte degli individui.

In conclusione, se sono i caratteri di atemporalità, apriorità, e universalità a rendere l'arbitrio umano veramente *libero*, è evidente allora che l'arbitrio di cui parlano i neuroscienziati della volizione non ha nulla a che fare né con una capacità decisionale, né tanto meno con una manifestazione essenziale della *libertà* umana, la quale deve essere ricercata in seno alla *spontaneità* originaria del soggetto quale condizione trascendentale di possibilità dell'agire umano.

Da un punto di vista pratico, la legge, in quanto promulgata dalla ragion pratica, è assoluta e contrassegnata dalla medesima *atemporalità* propria della ragion pura pratica e coincide anzi con quest'ultima. L'arbitrio, che conserva il suo carattere sovrasensibile nell'essere principio noumenico di serie causali nel mondo fenomenico, deve tuttavia calarsi nel mondo empirico ogni qualvolta è chiamato a trovare una regola per ciascuna singola azione. Sotto questo aspetto, l'arbitrio sembra svolgere, come si è detto, la medesima funzione che Kant, nella *Critica della ragion pura*, attribuiva allo "schema" quale determinazione trascendentale del tempo.

La mediazione tra categoria e materiale sensoriale, che era la funzione propria dello schema *trascendentale*, diviene ora mediazione tra la legge e ciascuna azione che viene di volta in volta eseguita. L'arbitrio sembra infatti avere quel peculiare potere di determinare il molteplice dell'azione nel fenomeno attraverso la definizione della massima, che,

uniformandosi o meno alla legge universale, rappresenta per così dire “l’interfaccia” tra l’orizzonte noumenico, definito da quest’ultima, e il piano empirico delle azioni particolari.

Al pari dello schema “teoretico”, che si poneva sul *limite* tra la spontaneità del *soggetto* e il molteplice contenuto nell’*oggetto*, anche il libero arbitrio si pone sul limite tra la *spontaneità*, che è il carattere più proprio dell’essenza della libertà del soggetto, e la messa in atto, mediante l’applicazione della massima, delle azioni *particolari*. Infine, entrambi – tanto lo schema trascendentale quanto lo schema “pratico” – mirano all’universale come al loro supremo principio unificatore. Come, infatti, scopo dell’attività conoscitiva del soggetto è pervenire alla costituzione di un’esperienza integrata e unitaria (e tale esperienza, teoreticamente afferente all’Io penso, è praticamente definita dal comportamento globale, guidato dalla predisposizione dell’arbitrio ad adeguarsi alla legge), così scopo dell’arbitrio è elevare la massima all’universalità della legge. Si potrebbe anzi dire che il segno distintivo della *libertà* dell’arbitrio umano, in quanto si differenzia dall’arbitrio *brutum* proprio degli animali, è proprio la capacità di *universalizzare* il principio dell’azione, rendendola tale da poter essere condivisa dalla *totalità* degli uomini. La *forma* dell’universale è in atto sin dal primo proporsi dell’intenzione, che regge l’azione non come *risultato* di processi inconsci, bensì in quanto loro *principio* e condizione stessa di possibilità. Ciò confermerebbe l’ipotesi da noi proposta, che vede nell’arbitrio umano lo “schema” pratico corrispondente allo schema teoretico quale determinazione trascendentale del tempo.

Come per l’ambito conoscitivo, dunque, sembra che anche in sede pratica l’apparente contraddizione tra tempo percepito e tempo misurato rimandi a un’attività temporalizzatrice originaria, *noumenica*, da parte della soggettività: in ultima analisi, la serie causale che conduce all’azione è infatti iniziata dal (e non *nel*) soggetto noumenico in quanto causa assoluta e *atemporale* delle azioni che si dispiegano *nel tempo* dei fenomeni. È questa declinazione pratica di un paradigma sorto originariamente in sede teoretica a consentirci dunque di comprendere come la spontaneità originariamente autoorganizzantesi in modo *atemporale* possa determinare il *sensu* della libertà nella vita di tutti i giorni quale specificazione di un atto decisionale *noumenico* che la precede di principio e che è la cifra più propria della libertà umana.

2.3. Volontarietà e attrazione temporale nell'azione volontaria

Nel III capitolo, abbiamo esordito analizzando la nozione di “volontarietà” di un atto motorio, definendola sulla base della presenza di *motivazioni* (e non di mere *cause*) nell'intreccio tra la formulazione di un'intenzione, l'esecuzione di un movimento e, infine, l'elaborazione di un *feedback* che include gli effetti dell'azione, il cui collegamento è abilitato dal sistema nervoso ai diversi livelli dell'elaborazione dell'azione. Le ricerche neuroscientifiche concentratisi sulla relazione tra l'intenzione, l'azione e gli eventi sensoriali che ne conseguono hanno portato alla luce fenomeni inediti ed estremamente interessanti, in cui la percezione soggettiva della *temporalità* propria dell'azione non coincide coi tempi misurati sperimentalmente per essa. Ad esempio, nel caso di azioni realmente volontarie, si verifica un fenomeno di associazione (*binding*) nella coscienza che *avvicina i tempi riferiti per l'inizio dell'azione e per le sue conseguenze sensoriali*.

Anche qui, è sorta la domanda su come ristabilire l'unità tra vissuto coscienziale ed analisi sperimentale di ciò che emerge a coscienza a partire dall'esecuzione di un atto motorio volontario. In molti casi, la registrazione sperimentale dell'attività corticale consente di prevedere le future scelte del soggetto quando questi non ne è ancora consapevole. In base alla “ipotesi del *binding* intenzionale”, noi colleghiamo insieme nella coscienza l'azione e i suoi effetti sensoriali, *attraendo* i tempi percepiti per i due eventi e *respingendoli* nella coscienza quando l'azione non è percepita come volontaria, come quando ci si muove a causa di stimolazione transcranica (TMS) o quando l'azione è eseguita da altri soggetti.

Come si genera la consapevolezza dell'intenzione di agire? Nell'ambito degli studi neuroscientifici sugli atti volontari, sembra che due siano i meccanismi emergenti, i quali consentono di spiegare le distorsioni del tempo percepito per gli eventi relativi all'azione volontaria. Secondo l'ipotesi “predittiva”, più volte confermata sperimentalmente, a determinare la coscienza dell'azione è prevalentemente l'elaborazione dell'informazione connessa al controllo motorio *preliminare* all'atto – elaborazione condotta, appunto, da una componente “predittiva” del sistema motorio stesso. Una spiegazione alternativa fa invece perno sulla rilevanza dei fattori inferenziali *posteriori*

al compimento dell'azione. Secondo l'ipotesi "postdittiva", che ha parimenti goduto di numerose conferme sperimentali, noi conferiamo un senso alle azioni sulla base dell'interpretazione delle evidenze sensoriali associate ad esse. Il fatto che percepiamo un'azione come *nostra* dipenderebbe dalla conformità dei nostri pensieri ad alcuni requisiti di base, vale a dire fattori come la loro *priorità*, *coerenza* ed *esclusività* rispetto all'azione che si suppone esserne la conseguenza.

Relativamente al ruolo dell'*apprendimento* nella costituzione coscienziale dell'azione, abbiamo visto come un'ermeneutica di matrice heideggeriana ci consenta di rendere conto di come, nel momento in cui la "sorpresa" fa irruzione tanto nella quotidianità, quanto nel *setting* sperimentale, si creino le condizioni ideali per divenire consapevoli dell'oggetto, prima relegato all'ambito inconscio del meramente utilizzabile ed ora tematizzato esplicitamente di fronte alla coscienza. La "sorpresa" si è così rivelata un fattore fondamentale nel movimento coscienziale che ci consente di *divenire accorti* dell'oggettualità. L'apprendimento, come pure diversi neuroscienziati hanno riconosciuto, avviene proprio quando emerge nel mondo qualcosa di inaspettato, ossia qualcosa che non coincide con le aspettative del cervello: "[s]olo il 'colpirci' (*Auffallen*) di una mancanza (*Vermissten*) ci fa avvertire l'importanza della presenza, della disponibilità"⁵⁸⁸.

2.4. Il "se", il "quando" e il "che cosa" dell'azione volontaria

Il pensiero neuroscientifico tende a ripartire l'azione in tre categorie. Oltre a decidere "se" agire, occorre determinare "quando" farlo e "che cosa" portare a compimento, determinandosi all'azione sulla base delle intenzioni e dei mezzi per condurle a realizzazione. Questi tre processi sono correlati ad altrettante localizzazioni specifiche all'interno dei circuiti neurali afferenti all'elaborazione sensomotora. Molte difficoltà incontrate in sede neuroscientifica consistono nel fatto che, sebbene generi sempre specifici *output* motori, l'azione volontaria comprende aspetti essenziali, relativi soprattutto al "che cosa" fare, che sono spesso imprevedibili nel momento in cui la decisione iniziale viene messa in forma, in quanto il cervello ne genera una *sintesi* in virtù di

⁵⁸⁸ Caputo (2001), p.188.

meccanismi “mentali” spesso inafferrabili dal punto di vista dell’osservazione sperimentale.

Quest’ultima può sì giungere a stabilire l’esistenza di meccanismi preposti all’esecuzione di un’azione, ma non può tuttavia “leggerne” i contenuti mentali. In altri termini, se l’inizio della consapevolezza è registrabile nella corteccia cerebrale, l’autoconsapevolezza dell’intenzione di agire può solo essere riferita dal soggetto che la percepisce quale movimento interno di pensiero. Ciò che l’apparato neurale soggiacente alle nostre funzioni cognitive ci consente di osservare, infatti, non è altro che una serie di configurazioni spaziali di attività neurale, che sono ben lontane dalla ricchezza ed inesauribilità dell’immagine complessa che la coscienza ci presenta dell’ambiente circostante. Molti neuroscienziati ammettono infatti come sia circondato di mistero il modo in cui, a partire da configurazioni osservabili di attività neurale, perveniamo ad una rappresentazione cosciente del mondo estremamente integrata e connessa.

Come interpretare i fenomeni coscienziali di *avvicinamento temporale* tra l’inizio percepito per l’azione e quello percepito per le sue conseguenze sensoriali? Che dire, inoltre, del fenomeno inverso, in cui il soggetto, percependo che l’azione è svolta senza il suo avallo, *respinge nel tempo*, allontanandoli nella coscienza, i tempi percepiti per i due eventi? Sono diverse le fonti informazionali che esercitano sul *binding* effetti non trascurabili: il *feedback* sensoriale, le aspettative sul risultato dell’azione, le credenze causale, e così via. Si tratta di variabili che modulano in modo sostanziale l’entità dell’effetto associativo.

V’è un’ampia gamma di elementi, quali l’informazione motoria efferente, l’informazione propriocettiva e le conseguenze anche sociali dell’azione che potrebbero parimenti contribuire alla generazione della sensazione di agire. Tutti questi elementi, certo importanti e, forse, necessari al darsi del *binding*, non esauriscono tuttavia le variabili per una comprensione *completa* del *binding*. Limitarsi a dire, come fanno i neuroscienziati, che “questi spostamenti percettivi potrebbero essere un aspetto cosciente di una generale connessione temporale tra le rappresentazioni delle azioni e dei loro effetti”⁵⁸⁹ – connessione descritta, appunto, come “*binding* intenzionale”, non sembra risolvere il problema di *come* questo fenomeno sia *possibile*.

⁵⁸⁹ Haggard (2002), p. 384.

2.5. Cervello e intenzionalità

A mio avviso, il fattore temporale, nonché le “distorsioni” che esso manifesta in modo particolare quando si confrontano i tempi riferiti soggettivamente coi tempi misurati sperimentalmente, rimanda ad una struttura coscienziale più profonda, che ho analizzato in sede conclusiva del III capitolo. Uno dei fatti più interessanti che i risultati neuroscientifici odierni potrebbero confermare è una caratterizzazione del cervello come qualcosa che manifesta la medesima struttura della coscienza: l'intenzionalità. Anzitutto, proprio come la coscienza, il cervello si riferisce sempre agli oggetti dell'esperienza e mai a se stesso; inoltre, agendo già da sempre “in-vista-di” un determinato evento (in questo caso, dell'azione voluta), il cervello porterebbe la sua stessa struttura intenzionale non solo al di là di sé, nell'azione, ma anche al di là di questa, ritornando poi su di sé e modificandosi in base alle sue conseguenze. Si avrebbe così un circolo virtuoso, che progredisce potenzialmente all'infinito, in cui il soggetto agisce nel mondo modificandosi in base agli esiti delle azioni che egli stesso ha generato, in un continuo scambio individuo-ambiente.

Logicamente, si potrebbe scandire questo movimento fenomenologicamente unitario affermando che l'individuo, che ha coscienza di essere l'autore intenzionale di un atto, trapassa in altro-da-sé nel momento in cui, agendo, estrinseca la propria intenzione (la cui essenza è anzi proprio questo movimento); e che, una volta portato a compimento, l'atto modifica a sua volta, attraverso le sue conseguenze, la coscienza soggettiva dell'intenzione. Si tratta un “fenomeno di forma” esemplificato da una metafora tanto bella quanto efficace: “nelle forme temporali l'unità di senso si costituisce solo a partire dalla fine, come quella di una melodia la cui ultima nota sigilla l'unità melodica”⁵⁹⁰.

Proprio come la retrodatazione, le cui caratteristiche sono state esposte nel I capitolo, anche l'intenzionalità ha la capacità di *invertire* apparentemente *la freccia temporale* e il rapporto tra causa ed effetto consolidati presso il senso comune. Lungi dal destituire queste ipotesi dal loro ruolo “scientifico” nella comprensione della soggettività, si dovrebbe anzi riconoscere in esse la riprova più convincente del *potere*

⁵⁹⁰ Brena (2009), p. 79.

costituente del soggetto sul tempo, il quale mostra di obbedire ai modi, talora assai sorprendenti, attraverso cui il soggetto rende propria l'esteriorità e in-forma di sé le cose.

La trattazione del *binding* temporale ha messo in luce anzitutto la *relazionalità* propria del tempo percepito per l'azione intenzionale: la stima temporale dell'azione riguarda sempre la durata che trascorre *tra* l'azione e le sue conseguenze sensoriali. Ciascun termine è colto sempre *in vista della sua messa in relazione a qualcos'altro* e, in quanto tale, è già portatore di un *sensò*. Cogliere "qualcosa" nel flusso temporale significa sempre coglierlo *rispetto-a* ulteriori "qualcosa", per stabilire, in sede tanto percettiva quanto pratica, la misura temporale che li separa. Detto altrimenti, ogni atto è, in quanto tale, sempre diretto-a. Non v'è località né staticità nell'azione o nel suono che essa produce, ma sempre e solo un *rimando a* uno scopo che, nel nostro caso, è frutto delle intenzioni dello sperimentatore assunte da parte del partecipante.

In ambito neuroscientifico, non v'è esperimento che non implichi in qualche modo un *venire all'atto* del partecipante, si tratti della pressione di un pulsante o dell'*attività* di stimare il tempo *percepito*. Si può dire perciò che la rappresentazione – *ogni* rappresentazione – ha natura squisitamente motoria.

C'è un orizzonte temporale entro cui l'azione è colta e temporizzata, ed è in questo orizzonte che l'azione smette l'abito della sua indefinitezza e diviene identificabile in un tempo soggettivo-oggettivo (ossia in un tempo che ha *sensò* tanto per il soggetto dell'esperimento quanto per lo sperimentatore). L'azione *costituita* come temporale non è qualcosa che si dia come *presente* all'individuo, ma un *modo* attraverso cui l'individuo percepisce se stesso come originariamente *attivo*. Il tempo è un *modo* di *percepire l'azione*. Ma non ne è ancora il modo *precipuo*. Cos'è che sta sotto la temporalità dell'azione, se il tempo non ne è il modo di espressione privilegiato?

2.6. Azione e senso

Ogni azione è portatrice di *sensò*. L'azione possiede una struttura intrinseca in cui il suo *sensò* fa da conduttore e attrae su di sé le intenzioni dell'individuo. Se è così, se, cioè, il tempo sorge quale costruito *secondario* al coglimento del *sensò* dell'azione, non sorprende

che, allora, la temporalità dell'azione sia soggetta a siffatte "distorsioni", quali quelle che abbiamo incontrato nei capitoli precedenti e particolarmente in sede di esposizione del problema del *binding* temporale. Inoltre, all'essere-nel-mondo è costitutiva una *veduta preoggettiva*, in cui l'azione nascente si scopre per essere oggettivata. È in tale *veduta* che la semplice reazione automatica *si fa* azione intenzionale. Il corpo è il veicolo di questa condizione originaria dell'umano, ossia dell'essere-nel-mondo come attività in potenza e in atto allo stesso tempo, nonché come potenzialità di agire liberamente ad ogni istante della sua esistenza. In laboratorio, la pressione di un pulsante materializza tale intenzionalità, ed è in questa materializzazione che la coscienza interviene, *temporalizzando* l'azione.

La coscienza del corpo proprio è temporale e temporalizzatrice. In sede sperimentale, il tasto da premere non è un fattore inessenziale alla coscienza del corpo, ma esso è bensì incluso nella motilità propria come *possibilità d'azione*, che viene realizzata sulla base di un'intenzione preliminare. Posta questa intenzione preliminare, i soggetti *lasciano essere* il movimento e ne colgono le conseguenze sensoriali. È in questo *lasciar essere l'azione* che il carattere *preconscio* della temporalizzazione dell'azione si manifesta in quanto *fondamento* dell'azione stessa. L'evento percettivo e quello legato all'azione è, per la soggettività cosciente, sempre un accadere diretto-a, un'intenzionalità non scissa dal suo polo opposto che è il mondo. È sempre in virtù dell'intenzionalità come coscienza-di che un processo organico può sfociare in un *comportamento* squisitamente *umano*.

Il corpo proprio non è cosa tra le cose, ma ne è la condizione della presentificazione, integra le cose e le sintetizza in virtù del *sensò* che hanno rispetto all'esperienza e alla progettualità individuale. La sua dinamicità consiste nell'atteggiamento rispetto a possibili compiti da effettuare (i *task* degli esperimenti). Il corpo proprio non è mai inerte, proprio come il tempo non è mai indifferente alla percezione o all'azione. Il corpo è *forma* perché è già sin dall'inizio polarizzato verso il mondo, e il mondo è già da sempre in-formato dal contatto con la corporeità soggettiva. Ora, il corpo proprio è il termine sottinteso in ogni temporizzazione degli eventi, percettivi o relativi all'azione, che costituiscono l'esperienza.

Come il corpo, anche lo spazio e il tempo che lo caratterizzano sono sempre *orientati*, scaturiscono di volta in volta dalla prospettiva

particolare che l'individuo assume per dare *sensò* all'esperienza. È in questo senso che si può dire che il corpo "abita" il tempo, perché non lo subisce, bensì lo assume su di sé ogniqualvolta un movimento lo direziona verso qualcosa di altro-da-sé. La coscienza dell'azione è originariamente sia *prima* di se stessa, nell'intenzione-di, sia *già dopo*, nel proposito particolare di raggiungere un certo scopo. L'intenzione-di precede e segue l'azione in una causalità prismatica, dove il *dopo* è anticipato e il *prima* racchiude in sé le sue conseguenze. Conosco lo spazio come insieme dei *manipulanda* e il tempo come campo di limitazione del mio agire qui ed ora.

I partecipanti dell'esperimento possono eseguire gli ordini impartiti loro dagli sperimentatori solo perché gli ordini *verbalì* contengono già un *significato motorio*, il quale ne è inscindibile come il corpo è inscindibile dai suoi organi. Lo sperimentatore parla al soggetto dell'esperimento come un soggetto non solo abile al movimento, ma come un essere che ha (ed assume su di sé) il movimento come struttura precipua non separabile dall'atto di ricevere quegli ordini. Ogni movimento può essere portato a coscienza, e su ogni presa di coscienza può innestarsi la *riflessione*, la quale è la responsabile della produzione dei riferimenti soggettivi. Se dovessimo aderire al tempo degli orologi, dovremmo limitarci a *pensare* le nostre azioni anziché *agirle*. Dovremmo *costruire* le nostre azioni anziché *viverle*. Nella costruzione, l'azione diviene un'entità astratta, che sovrappone allo spazio fisico uno spazio di virtualità solo *pensata*. Al mondo attuale si sostituirà in tal modo un mondo-fantasma, un non-essere privo di vita, uno sfondo privo di figura.

2.7. Mondo e soggettività

La progettualità *polarizza* il mondo e genera l'intenzionalità dell'azione, di cui il *binding* intenzionale è solo un aspetto empiricamente osservabile. La coscienza coglie il *sensò* che è nel mondo ma che il mondo non mostra di per sé, e *sintetizza* gli eventi che si trovano in una molteplicità prima disgregata. Il comportamento non sta alla percezione come una variabile ad una costante, né si dà il caso opposto. Il comportamento è co-implicato in ogni percezione, così come, in sede sperimentale, ogni percezione di un oggetto sullo schermo implica una

pulsione a premere il tasto o meno. Percezione e azione stanno in una unità indecomponibile e tuttavia analizzabile. La scienza ha bisogno di un punto d'appoggio, ed essa trova questo punto d'appoggio nel disporre dietro al fluire delle sensazioni soggettive una temporalità fissata una volta per tutte, uno sfondo invariante e costante che renda possibile la misura oggettiva dell'esperienza soggettiva.

Il soggetto misura la propria temporalità rendendosi oggetto a se stesso. Ma questo rendersi oggetto a se stesso è già *tempo*. Se è così, allora è ovvio che il movimento attraverso cui la soggettività oggettiva se stessa – movimento che è tempo – *respinga* per così dire l'altro tempo, quello oggettivato, che, in tal modo, non finisce mai per coincidervi. Le distorsioni non sono tali perché ci illudiamo sulle cose, ma perché il movimento di oggettivazione di noi stessi non è lo stesso movimento attraverso cui agiamo senza al tempo stesso *saperci* in quanto agenti. Così, l'*essere* dell'azione è preceduto e fondato dal *sensò* dell'azione, e questo si costituisce nella temporalità propria dell'oggettivarsi da sé della soggettività. Prima di *porre* il mondo, il soggetto *ha* un mondo, è il *suo* mondo. In questa separazione, in questa divaricazione germoglia il tempo. Il tempo raccoglie la sua espressione somma quando il soggetto, anziché obiettivare le “cose”, obiettiva se stesso. Il tempo è il soggetto in quanto oggetto di se stesso.

L'esplorazione del tempo soggettivo ci ha dunque condotti a rinvenire la sua struttura fondamentale nella soggettività che, obiettivando se stessa, si modifica. Il tempo è il divario tra il soggetto e se stesso, quando il soggetto si conosce *facendosi* oggetto a se stesso e, in tal modo, conferendo un *sensò* all'esperienza. Il paradigma scientifico viene così capovolto – ma non rifiutato. La coscienza diviene inerente alle cose attraverso il corpo. Io non sono *nello spazio* o *nel* tempo, ma vi *inerisco* col mio corpo. Più che *essere* nello spazio e tempo, il corpo proprio *abita* lo spazio e il tempo.

Attraverso il corpo io conosco il mondo preliminarmente alla sua concettualizzazione in categorie e preliminarmente al nome che vi do. Il corpo viene prima di ogni oggettivazione, la dimensione pratica prima di quella rappresentazionale. Prima della rappresentazione di spazio e tempo, vi è il *vivere* lo spazio come ambito di motilità e il *tempo* come durata della nostra presenza al mondo. Lo spazio non è mai un ambito astratto e neutro, ma circoscrive il terreno della progettualità intenzionale propria di ciascun individuo. La comprensione passa

sempre attraverso la coincidenza tra intenzione ed effettuazione. L'avvicinamento temporale delle azioni auto-causate ha *sensu*, e questo senso marca la differenza tra il mondo *proprio* e un mondo *indifferente*. In ogni caso, il corpo è mediatore del mondo, che è tale in quanto è già costituito in tal modo come mondo proprio. Ed è proprio l'esperienza del corpo che ci fa cogliere questo *sensu*: in altre parole, è il cogliimento della motilità propria in sé che marca l'imposizione di *sensu* che l'intenzionalità porta con sé.

3. Il fattore temporale nell'integrazione sensoriale dell'esperienza

3.1. Il binding e la "triplice sintesi"

Se la codifica dei diversi attributi di un oggetto avviene in regioni cerebrali distribuite nel tempo e nello spazio, quali sono i meccanismi che consentono al cervello di associare diverse informazioni sensoriali in un unico percolato? Come si costituisce la coscienza di un oggetto *unificato nello spazio e persistente nel tempo*? Inoltre, come riusciamo a distinguere gli attributi di un oggetto da quelli appartenenti ad un oggetto diverso? E come possiamo poi distinguere l'oggetto da tutti gli altri presenti simultaneamente sulla scena? In breve, come fa il cervello ad operare, di fatto, una "sintesi" nella pluralità di dati in ingresso, generando l'esperienza unificata che abbiamo del mondo al livello fenomenologico? Tutte queste sono formulazioni del cosiddetto "*binding problem*", o "problema dell'assemblaggio", che abbiamo discusso nel IV capitolo.

Vi sono almeno tre accezioni di *binding* visivo. Il primo tipo di *binding* si riferisce al collegamento delle diverse *proprietà* di un singolo percolato e si distingue dal processo di associazione di diverse *parti* spazialmente determinate di un oggetto (secondo tipo di *binding*). Il terzo tipo di *binding*, infine, sottende il raggruppamento e la separazione percettiva di *insiemi di oggetti*. I meccanismi neuronali soggiacenti ai primi due tipi di *binding* sono gli stessi, mentre il terzo tipo coinvolgerebbe un meccanismo separato.

Relativamente alla "triplice sintesi" operata dal meccanismo del *binding* al livello neuronale, abbiamo richiamato la concettualità che sottende la "triplice sintesi" kantiana dell'apprensione, della ricognizione

e della riproduzione del molteplice sensoriale in un oggetto unificato. Mentre i meccanismi rilevato in sede sperimentale rendono conto del fatto *che* si danno processi di sintesi ai diversi livelli dell'elaborazione sensoriale, la prospettiva kantiana apre l'orizzonte alla comprensione di *come* essi siano possibili, mediante la determinazione di strutture prioritarie all'esperienza che la costituiscono secondo le forme della soggettività.

Le affinità tra la “triplice sintesi” neuronale e quella kantiana, rivolta al molteplice sensoriale, sono diverse. In primo luogo, come un percolato sensoriale raggiunge la coscienza solo quando il meccanismo del *binding* giunge a *unificarne* le proprietà in un oggetto, allo stesso modo, in Kant, la sintesi dell'immaginazione, responsabile del collegamento delle *proprietà* e delle *parti* di un percolato, mira alla coscienza di un oggetto unificato attraverso l'opera dell'intelletto, il quale raccoglie il molteplice sintetizzato dall'immaginazione e lo riferisce a concetti. Affinché si dia una conoscenza oggettuale, occorre infatti che gli *input* sensoriali relativi alle qualità dell'oggetto siano anzitutto raccolti insieme, formando inizialmente una rappresentazione preconsua del percolato sensoriale. Questo livello corrisponde all'apprensione dell'intuizione kantiana, che si rivolge alla molteplicità di ciò che è dato alla sensibilità per raccogliarlo in vista della sua unificazione da parte di funzioni più elevate.

In secondo luogo, la triplice sintesi kantiana ha carattere prettamente *temporale*, che è anche la caratteristica essenziale dei meccanismi di sintesi teorizzati in sede neuroscientifica. Qui, infatti, il fattore *temporale* influenza segnatamente i diversi livelli dell'elaborazione sensoriale, dagli strati infimi della sensibilità fino alle operazioni più complesse del pensiero cosciente. In particolare, sin dagli strati dei recettori sensoriali sembra in atto un meccanismo di *sincronizzazione temporale*⁵⁹¹, che sarebbe il responsabile di tutte le forme di associazione delle proprietà spazio-temporali di un percolato. Il processo attraverso cui gli *input* sinaptici sono trasformati dai neuroni in treni di impulsi

⁵⁹¹ Nell'ipotesi del *binding* per sincronizzazione (*temporal correlation hypothesis*), la componente temporale è ritenuta cruciale poiché ogni esperienza cognitiva, dal comportamento percettivo al pensiero razionale, emerge attraverso il concorso di diverse regioni del cervello funzionalmente distinte e topograficamente distribuite, la cui connessione comporta un processo istanziato in un processo di integrazione tra differenti *scale di durata*.

elettrici sembra anch'esso sottendere un processo di integrazione squisitamente *temporale*. Un meccanismo di lenta integrazione temporale è infatti correlato alla codifica del tasso di *input* in ingresso (ossia del numero medio di impulsi per unità di tempo), mentre un'integrazione temporale veloce è correlata al preciso coordinamento temporale degli *input* portatori di informazione.

Nelle cellule recettrici vi è infatti un'attività ritmica in grado di produrre “oscillazioni sottosoglia”⁵⁹² ossia oscillazioni prodotte *intrinsecamente* dal cervello, le quali sono soggette a sincronizzazione e desincronizzazione *spontanea*, agendo come un meccanismo *autogenerato* di coordinazione *temporale* per l'integrazione dei potenziali d'azione degli *input* raccolti dalla recettività. In tal modo, la configurazione temporale dell'attività neuronale si rivelerebbe come adatta ad ottenere la corrispondenza tra predizioni di tipo *top-down* (letteralmente “dall'alto verso il basso”) e *input* che giungono in modalità *bottom-up* (“dal basso verso l'alto”), in una sorta di “schematismo” kantiano tra la protensione del soggetto verso l'ambiente e la ricezione attiva degli stimoli, o, in altre parole, tra azione generata spontaneamente e modificazioni provocate dall'ambiente. I fattori di tipo *top-down* possono addirittura agire *prima* dell'apparire dello stimolo, durante stati di attesa o di anticipazione, e possono condurre a stati di “attesa” o di “anticipazione” esprimibili nella struttura *temporale* delle configurazioni di attività neurale addirittura *prima* della comparsa degli stimoli⁵⁹³.

In sintesi, i segnali afferenti in entrata inducono configurazioni di attività sincronizzata nelle aree corticali, che sorgono a partire da computazioni locali operanti sull'*input*. Queste configurazioni locali sono costantemente modulate da parte di influenze specifiche soggette a sincronizzazioni e desincronizzazioni, che si ripercuotono sulle

⁵⁹² Le “oscillazioni sottosoglia” sono funzioni del potenziale di riposo della membrana del neurone, e variano in un intervallo di frequenza da 10 a 50 Hz.

⁵⁹³ Il fattore *temporale* caratterizza tutti i livelli dell'elaborazione *top-down*. In particolare, il controllo motorio richiede modelli interni che generino predizioni circa le conseguenze sensoriali dei comandi motori. Oltre ad essere predittive rispetto agli *output* sensomotori, dal lato della sensazione lo stabilirsi di relazioni temporali selettive prima che lo stimolo sia elaborato condurrebbe all'abbozzo di particolari costellazioni di stimoli, alle quali l'organismo risponderà più velocemente e con alta affidabilità rispetto a configurazioni non attese. In senso ampio, le influenze *top-down* possono essere definite come sorgenti intrinseche di modulazione contestuale di elaborazione neurale.

rispettive regioni mediante interazioni ad ampio raggio. Queste influenze modulatrici trasportano informazione predittiva su future costellazioni percettive e relative all'azione motoria. In definitiva, tutti questi processi contribuiscono alla costituzione di una coerenza temporale su larga scala attraverso un'attività *spontanea, intrinseca e autogenerata*.

Dal punto di vista teorico, la sincronizzazione delle oscillazioni sottosoglia in una rete neurale potrebbe fornire la soluzione al problema del collegamento dell'elaborazione dell'informazione sensoriale distribuita nello spazio e nel tempo, agendo come un dispositivo di coordinamento temporale per l'integrazione degli *input* in ingresso in treni di impulsi elettrici. Il ruolo delle oscillazioni sottosoglia potrebbe dunque essere quello di consentire la sincronizzazione di popolazioni di neuroni che elaborano simultaneamente stimoli diversi.

3.2. Dal che al come della "triplice sintesi"

L'emergenza di un momento cognitivo unificato dipende dal coordinamento del mosaico sparpagliato di regioni cerebrali funzionalmente specializzate. Come abbiamo visto nel paragrafo precedente, sebbene i meccanismi implicati nell'integrazione dei percetti su ampia scala siano ancora ampiamente sconosciuti, sembra che il candidato più plausibile sia la formazione, mediata da un meccanismo *sincronizzazione temporale*, di collegamenti dinamici tra diverse popolazioni di neuroni. La molteplicità di risultati neuroscientifici attesta che, effettivamente, si dà un processo di sincronia neurale la quale, dotata di una precisione dell'ordine dei millisecondi, è cruciale per la rappresentazione di oggetti, per la selezione di risposte adeguate, nonché per l'attenzione e l'integrazione sensomotoria. Quali sono le *condizioni di possibilità* di questa processualità intrinseca e autogenerata?

Approfondendo la questione dal punto di vista concettuale, abbiamo ritrovato nella funzione dell'immaginazione kantiana la *condizione di possibilità* del darsi di questo fenomeno, in quanto manifestazione empirica di una struttura *trascendentale* presente nel soggetto prioritariamente ad ogni esperienza possibile. Abbiamo anche visto come, nella *Critica della ragion pura*, Kant espone apparati concettuali che si approssimano sorprendentemente alla descrizione

neuroscientifica della facoltà cognitiva. Se è così, non sorprende allora che l'affinità tra la filosofia kantiana e le tesi avanzate oggi in ambito neuroscientifico sia stata da più parti riconosciuta come essenziale per comprendere il senso fondamentale di molte scoperte scientifiche. Relativamente alla questione del *binding*, sono stati gli stessi neuroscienziati, sollecitati da tale problematicità, a rivolgersi al pensiero di Kant, trovando nella filosofia trascendentale un punto di riferimento essenziale per rendere conto in modo soddisfacente del modo in cui le dinamiche cognitive, mediate dalle strutture neurofisiologiche del cervello, riescono a produrre una rappresentazione del mondo estremamente integrata e unitaria. In particolare, il riferimento a Kant si è rivelato un fattore determinante nella chiarificazione di problemi riguardanti la struttura spazio-temporale degli oggetti, l'unità temporale degli oggetti percepiti e, infine, l'organizzazione unitaria e la forma straordinariamente integrata dell'esperienza temporale.

Le dinamiche neurali del cervello vengono oggi descritte con caratteri quali la "spontaneità", la "predittività" propria degli atti di attesa e di "anticipazione dell'esperienza", "l'auto-organizzazione", la "connettività globale", e così via, che sono tutti profondamente affini a quelli che connotano, in Kant, le strutture trascendentali della facoltà conoscitiva. In altre parole, il modo di operare delle forme *a priori* della soggettività, descritte da Kant, si trova ampiamente rispecchiato nel tipo di dinamiche delle popolazioni neurali che sottendono specificamente l'attività cognitiva. L'affinità profonda che lega Kant all'indagine odierna sulla mente dunque ricercata nel carattere *formale*, mediante cui la filosofia trascendentale kantiana ha caratterizzato le strutture trascendentali del soggetto in quanto condizioni *a priori* della possibilità della conoscenza e dell'esperienza.

Dato che i sensi ci presentano sempre un molteplice in sé stesso irrelato e non ancora conosciuto nella sua unità, affinché esso possa elevarsi a conoscenza occorre l'intervento di un atto che lo unifichi. Tale atto, che è *sintetico* e prodotto *spontaneamente* dal pensiero, "costituisce il fondamento di una *triplice* sintesi che necessariamente si presenta in ogni conoscenza, cioè la sintesi dell'*apprensione* delle rappresentazioni – in quanto modificazioni dell'animo – nell'intuizione, la sintesi della *riproduzione* di esse nell'immaginazione e la sintesi della loro *ricognizione* nel concetto"⁵⁹⁴.

594 Kant (2004), p. 1205.

Per Kant, la sintesi dell'*apprensione* è l'azione, diretta all'intuizione, che conferisce unità al molteplice contenuto *in* quest'ultima (ma non ancora procurato *da* essa), raccogliendolo come contenuto in un'unica rappresentazione dopo aver distinto in esso la *temporalità* nella successione delle impressioni. In assenza di una tale distinzione *diacronica*, nessun molteplice potrebbe essere colto. Una rappresentazione "intera" si può invece formare solo in virtù della *riproduzione* di molteplici rappresentazioni l'una dopo l'altra: "[l]a sintesi dell'apprensione è quindi connessa in maniera indissolubile alla sintesi della riproduzione"⁵⁹⁵. La sintesi della *ricognizione*, infine, consente l'unificazione non solo del molteplice dell'intuizione (apprensione) e della riproduzione di questo come contenuto in una rappresentazione, ma anche della coscienza dell'unità, per così dire, "a lungo termine" degli atti precedenti che hanno costituito, diacronicamente, l'esperienza di un oggetto nel tempo. La "congiunzione" (*Verbindung*) operata dall'immaginazione, che, quando è rivolta all'empirico, nel mondo odierno corrisponde alla nozione di *binding*, consiste nell'atto di rappresentare "l'unità sintetica del molteplice", ed è precisamente l'operazione di quella che Kant chiama la "spontaneità" della facoltà rappresentativa.

Ora, il fatto che i primi due tipi di *binding* (*binding* di proprietà e *binding* di parti dell'oggetto) condividano il medesimo meccanismo neurale significa, in termini kantiani, che vi sarebbe un medesimo sostrato preposto al processo di *sintesi* delle determinazioni spaziali e delle proprietà di un oggetto. E infatti, in sede immaginativa le "parti" dell'oggetto e le sue "proprietà" vengono collegate in vista della loro unificazione da parte dell'intelletto, che le eleva a coscienza. Se le prime due forme di *binding* sono associabili al ruolo dell'immaginazione, che è quello di *porre* primariamente *in relazione* diverse determinazioni, la terza forma di *binding* (l'unità oggettuale o di molteplici oggetti) opera similmente all'intelletto kantiano, cui spetta l'atto di *conferire unità* agli oggetti.

Se accettiamo la distinzione kantiana, non ci è difficile scorgere come i processi messi in luce in sede neuroscientifica confermino, dal punto di vista empirico, l'originaria intuizione kantiana della tripartizione della facoltà conoscitiva. Non è un caso che, in sede neuroscientifica, il *binding* sia stato suddiviso in tre tipi (*binding* di

⁵⁹⁵ Ivi, p. 1211.

proprietà, *binding* di parti dell'oggetto e *binding* di molteplici oggetti ed elevazione di questi a coscienza), come non è un caso che ciò si manifesti anzitutto in sede sensoriale e, in seguito, a livelli sempre più elevati, nei quali la conoscenza oggettiva si esprime in modi assai più complessi e compiuti. Sembra invero che la pur dibattuta, ma analitica e dettagliata tripartizione degli atti sintetici presentata da Kant nella prima edizione della *Critica della ragion pura* presenti proprio, e in modo tanto più specifico, le funzioni assunte dai tre tipi di *binding*. Le tre sintesi kantiane dell'apprensione, della riproduzione, e della ricognizione in concetti potrebbero perciò essere considerate come le basi concettuali della triplice funzione del *binding* in ciascun momento cognitivo completo. Se le oscillazioni sottosoglia, e lo stesso sorgere di un atto di sincronizzazione *intrinseca* fra diverse regioni cerebrali, si possono ascrivere all'attività *spontanea* del cervello, abbiamo un buono strumento per riferire la concettualità kantiana alla spiegazione neuroscientifica, nella misura in cui ciò che di più proprio possiede la soggettività nella sua relazione al mondo è la *spontaneità* dell'atto con cui vi si espone.

3.3. Attività intrinseca e a priorità del cervello

Abbiamo descritto la sintesi di un percetto, indagata in sede neuroscientifica attraverso la nozione di *binding*, come un processo che trova in Kant il suo fondamento concettuale, in particolare quando si tratta di spiegare come configurazioni molteplici di attività neurale, connesse alle diverse proprietà o parti di un oggetto, sono sintetizzate e unificate in vista di un'esperienza coerente dell'oggetto unificato. Traducendo in termini neuroscientifici il metodo della deduzione trascendentale kantiana, se togliamo ogni determinazione "esterna" al cervello (non solo ciò che è spazialmente distinto dal sistema nervoso centrale, ma la stessa attività cerebrale indotta dall'ingresso di segnali esterni), ciò che rimane è proprio un'attività di costante aspettativa, di tensione, di inquietudine e di apertura verso tutto ciò che può provocare l'attivazione delle potenzialità intrinseche del cervello, che è *in atto* prima e a prescindere da ogni evento che possa entrare nelle sue maglie processuali.

Ciò non significa che il cervello sia solipsisticamente chiuso in se stesso; che, in altre parole, esso non abbia "bisogno" del mondo. La sua

funzione più propria, che è quella cognitiva, si esplica proprio attraverso l'apparato senso-motorio, il quale è sempre diretto verso l'afferramento del mondo empirico. Kantianamente, le strutture trascendentali della conoscenza risiedono sì *a priori* nel soggetto, ma la loro funzione non potrebbe mai attuarsi senza presupporre che ciò che è *altro* dal soggetto non desse “segno di sé” attraverso la ricezione soggettiva della sua attualità oggettiva. Come l'attività cerebrale in assenza di stimoli si manifesta come *intrinseca, spontanea, autogenerata*, così le caratteristiche dell'atto sintetico, che definiscono l'essenza dell'intelletto kantiano, sono l'*a priorità*, la *spontaneità* e l'*attività* autogenerata.

La “sintesi”, per Kant, riguarda il lato della “spontaneità” del soggetto come contrapposto a quello della “recettività”, e si riferisce più precisamente all'intelletto come “funzione”, cioè come capacità di ordinare diverse rappresentazioni in un'unica entità concettuale. Ora, spazio e tempo, come forme della sensibilità, contengono il molteplice dell'intuizione pura *a priori*, e appartengono al lato della “recettività”. L'altro lato, quello della “spontaneità”, “esige che, dapprima, questo molteplice venga in certo modo attraversato, raccolto e connesso [*durchgegangen, aufgenommen, und verbunden*], perché se ne possa fare una conoscenza”⁵⁹⁶. È quest'operazione che Kant chiama “sintesi” (*Synthesis*). Nel suo significato generale, essa è “quell'operazione che consiste nell'aggiungere l'una all'altra diverse rappresentazioni, e nel comprendere la loro molteplicità in un'unica conoscenza”⁵⁹⁷. Se dovessimo pensare ai possibili correlati neurali di tali operazioni, potremmo dire che la sintesi dell'immaginazione e l'unificazione ad opera dell'intelletto siano entrambe accompagnate da processi di sincronizzazione.

A nostro favore va il fatto che la distinzione tra le nozioni di “unità” e di “sintesi” è esemplificata anche dall'uso kantiano dell'espressione “unità sintetica”, che non è un'espressione ridondante. E ciò perché altro è conferire unità al molteplice (questa è la funzione del concetto), altro è l'opera della sola sintesi, che è invece funzione dell'immaginazione rispetto al molteplice contenuto nell'intuizione. Allo stesso modo, in termini neuroscientifici, una cosa è la semplice sintesi che avviene nell'intuizione del colore, del movimento, o della forma di un oggetto; altra cosa è invece l'atto di “dare unità” a queste sintesi,

⁵⁹⁶ Ivi, p. 203.

⁵⁹⁷ Ibid.

producendo la rappresentazione di un oggetto unificato. D'altra parte, se esiste sia un'unità sintetica sia un'unità analitica, ciò potrebbe significare che, nonostante la priorità dell'unità sintetica su quella analitica, anteriore a entrambe vi è un potere di unificazione che non è (ancora) né analitico né sintetico, e che sarebbe più originario della stessa distinzione tra processi coscienti ed elaborazione non cosciente dei percetti.

Con ciò non si vuole destituire di importanza il ruolo che la sincronizzazione esercita nell'ambito dell'elaborazione sensoriale, ma mettere bensì in guardia dalla tentazione di fare di tale processo una sorta di "*deus ex machina*" che risolva tutti i problemi della sintesi e dell'unificazione cerebrale, mentre esso potrebbe essere nient'altro che la manifestazione esteriore di processi più profondi e "spontanei", mediante i quali mettiamo in forma l'esperienza del mondo. Analogamente, il fatto *che* il sincronismo si dia è di evidenza sperimentale, mentre resta oscuro quale ne sia la causa o l'origine. Quando ci si chiede *da dove* provenga il sincronismo delle oscillazioni neurali, si rischia infatti di tornare circolarmente a spiegare tutto in base ad un'ipotesi sul funzionamento *effettivo* di processi cerebrali che rimanda all'infinito la questione di ciò che gli sta alle spalle, la quale potrebbe essere invece una struttura *trascendentale* priva di correlati neurali osservabili. L'esempio kantiano ci indica invece una via per pensare trascendentalmente tali processi, indagandone le condizioni che rendono possibile il loro darsi al livello empirico senza contraddirne la datità, ma fondandola ad un livello più profondo (trascendentale).

Se non v'è dubbio che la sincronizzazione contribuisca a rendere *collettivamente* "una" la molteplicità di rappresentazioni, occorre poi spiegare come queste siano sintetizzate e unificate in un unico percetto senza attribuire sottobanco alla sincronizzazione la totalità di queste funzioni. La sincronia temporale è rivelativa di un processo più profondo e più originario, che opera *spontaneamente* e che costituisce la più intima struttura *trascendentale* del soggetto. Tale spontaneità non è un processo empirico di categorizzazione del molteplice, ma uno stato di costante "allerta", interpretabile come un "imperativo" rivolto agli eventi affinché si manifestino, come una "interrogazione" che esprime le aspettative verso il mondo, o come una "critica", nel senso di una capacità discriminatrice, che opera la selezione senza risparmiarsi dall'eliminare ciò che ostacola la messa in forma di un mondo coerente.

Così, non è corretto dire che la spontaneità propria dell'umano si identifica con la sincronizzazione, ma piuttosto che essa *si manifesta anche* in tale processo, come anche in tutti quelli intrinsecamente attivi nel cervello prima di qualunque intervento esterno, come le oscillazioni sottosoglia.

In conclusione, possiamo affermare che la sincronia neurale non è un meccanismo in cui il *binding tout court* si risolve, né il *binding* è una condizione necessaria e *sufficiente* per la coscienza. Inoltre, anche se la sincronia può contribuire a distinguere le caratteristiche di un oggetto nella competizione neurale, ciò non spiega ancora il fenomeno del *binding*. In altri termini, se la sincronizzazione neurale può collegare diverse proprietà oggettuali, nonché creare le condizioni per la loro distinzione, devono essere ulteriormente analizzate le condizioni della loro “unificazione” che, in una prospettiva kantiana, vanno intese come strutture che precedono “trascendentalmente” la sincronizzazione, rendendola con ciò possibile.

In ultima analisi, la relazionalità al mondo manifestata dagli stati di predittività, spontaneità e apriorità del cervello ci informano su una struttura fondamentale dell'umano: egli è nel mondo prima di essere con se stesso, e l'essere-nel-mondo ne determina lo sviluppo e l'esistenza prima che egli sia in grado di procedere al proprio sviluppo e di determinare la propria esistenza. Il carattere relazionale di questo rapporto si esprime nell'intenzionalità come struttura propria del cervello quanto della soggettività, come tensione-a, direzionalità-verso, e impulso ad uscire da sé per tornare su di sé, in un triplice movimento che marca segnatamente e alla radice il processo conoscitivo nella sua globalità. D'altro canto, il movimento sintetico della soggettività quanto del cervello indica proprio un relazionarsi-a che sta a fondamento di entrambi e che costituisce anche il segno distintivo di un'esperienza unificata e coerente.

4. Binding e “Synthesis”. Tra Kant e la neurodinamica quantistica

4.1. Il binding e la sintesi kantiana dell'appercezione

Nel V capitolo, assumendo Kant come termine di riferimento per un approccio “neurofilosofico” relativamente al rapporto tra tempo e coscienza, il pensiero kantiano è stato messo a confronto con la neurodinamica quantistica. In particolare, le spiegazioni neuroscientifiche del *binding* temporale fanno perno su due concetti chiave esposti da Kant nella *Critica della ragion pura*: quello di “sintesi” e quello di “unità *a priori*”.

In primo luogo, la *Synthesis* kantiana include due attività distinte: essa consente non solo di “collegare insieme diversi elementi in un singolo oggetto o nel contenuto unificato di una rappresentazione”, ma anche di “connettere insieme diverse rappresentazioni e i loro oggetti in ‘una conoscenza’”⁵⁹⁸. Come abbiamo visto, la prima funzione della sintesi sembra “ricomparsa” nella ricerca contemporanea nella nozione di *binding*, inteso come ciò che connette insieme, nella rappresentazione di un singolo oggetto unificato, le rappresentazioni dei suoi diversi attributi. La rilevanza del riferimento a Kant consiste proprio nel tentativo di tenere insieme i due tipi di sintesi: da un lato, kantianamente non si può dare alcun oggetto od evento senza presupporre una sintesi trascendentale *a priori*, che trova nel soggetto la condizione primaria della sua possibilità. Nondimeno, come abbiamo visto, Kant fa appello alla sintesi dell’appercezione come qualcosa di empirico, cioè *a posteriori*. Comprendere come sorga tale unità è importante tanto per la filosofia quanto per le teorie neuroscientifiche della coscienza.

Il *binding* cognitivo è stato spiegato in termini *temporali*: parlando, ad esempio, di “sincronizzazione” o di “frequenza” delle oscillazioni si fa sempre riferimento a determinazioni di tempo; d’altro canto, il significato di termini temporali, quali i concetti di “simultaneo” o di “successivo”, è esso stesso generato da processi di *binding* cognitivo. Per evitare che questa circolarità ci conduca a contraddizioni autoreferenziali, abbiamo proposto una spiegazione che si fondi proprio sulla “detemporalizzazione” della coscienza. Kantianamente, si potrebbe tentare di risolvere il problema dicendo “che il *binding* cognitivo non è il risultato di eventi simultanei, ma piuttosto il meccanismo attraverso cui le categorie di ‘simultaneo’ e ‘successivo’ sono delineate”⁵⁹⁹.

⁵⁹⁸ Brook (1994), p. 35.

⁵⁹⁹ Mashour (2004), p. 31.

Non sorprende dunque che, ancora una volta, in ambito neuroscientifico Kant sia visto come il precursore di questa ipotesi: intendendo spazio e tempo come fattori coscienziali (e non come entità oggettive), essi divengono infatti entità *né* spaziali *né* temporali, che anzi precedono, rendendola possibile, ogni determinazione *nel* tempo e *nello* spazio. Le nuove prospettive aperte dalla fisica quantistica sembrano avvicinarsi in modo sostanziale, perlomeno sotto l'aspetto teorico, al paradigma kantiano di una sintesi *atemporale*, intesa come un atto che produce il tempo e *si* produce come tempo. È il tempo ordinario, che si manifesta nel mondo dei fenomeni, ad essere determinato in questi ultimi attraverso i caratteri della “successione” e della “simultaneità”; ma il tempo stesso, come *forma* del senso interno, non scorre né muta, bensì è ciò in riferimento al quale i fenomeni “scorrono” e “trapassano”.

Se è vero che, rimanendo sul piano dei fenomeni, ci si scontra con il paradosso che emerge quando si descrive da un lato la sincronizzazione con attributi temporali, e, dall'altro, si spiega il tempo come una proprietà a sua volta generata dalla sincronizzazione, vi sono buone probabilità che l'attenzione verso le strutture più profonde del soggetto, che stanno alla base della sincronizzazione e della stessa struttura temporale che essa manifesta, possa giocare un ruolo cruciale a favore dell'avanzare dell'indagine neuroscientifica.

Nella *neurodinamica quantistica* (*quantum neurodynamics*) il cervello viene concepito come un oggetto “quantistico”, che deve essere compreso mediante l'adozione di meccanismi non-classici. Per accedere al modello di campo quantistico del cervello e del vivente occorre abbandonare il pregiudizio ontologico, secondo cui le “cose” sono fatte di costituenti individuali elementari in grado di sussistere anche in assenza di qualsiasi interazione con esseri simili. Se le particelle quantistiche sono inseparabili dalle loro relazioni, tanto che si può dire che si risolvano in esse, allora, oltre a non esservi più distinzione tra “sostanza” e “funzione”, nella meccanica quantistica gli oggetti *diventano le loro stesse interazioni*.

Il radicale mutamento di prospettiva implicito nella considerazione neuroquantistica del cervello elimina con ciò anche il problema della costituzione dell'unità: il *binding* smette di essere un problema che sorge *a posteriori* dall'attività distribuita del cervello, ma diviene una conseguenza meramente fenomenologica dell'unità

quantistica del cervello. In questa visione, il problema del *binding* scompare proprio perché qui *non vi è più nulla da collegare*, in quanto *tutto è già collegato* sin dall'inizio. La presenza di proprietà quali l'*entanglement* (traducibile con “groviglio, im/com-plicazione, intrico”) e la “non-località” implica la possibilità del darsi di un'unità indipendente dalle relazioni spaziali e temporali dei processi ivi istanziati, cioè di un'unità trascendentale nel senso kantiano.

Mentre le particelle quantistiche esistono nel tempo e nello spazio, la loro *unità* è dunque a-spaziale e a-temporale, e sfugge alla comune intuizione della causalità. Con la neurodinamica quantistica, si è dunque proposta una spiegazione del *binding* che elimina le contraddizioni al livello del tempo e della coscienza, arrivando così ad esprimere “neuroscientificamente” l'unità kantiana dell'appercezione. Da parte nostra, abbiamo colto nel meccanismo di sincronizzazione un aspetto secondario ed epifenomenico rispetto a ciò che di più originario costituisce la mente, e che sembra invece caratterizzarsi, in senso kantiano, come una funzione a-temporale e a-spaziale, che si pone *a priori* rispetto ad ogni altra manifestazione spazio-temporale nel dominio del mentale.

Alla luce di tutto questo, è possibile anche rivedere i limiti e le possibilità del concetto di *binding* nella teoria della sincronizzazione temporale. Se il *binding* messo in atto dalla sincronizzazione può spiegare il meccanismo attraverso cui un singolo percolato viene unificato *sincronicamente*, ciò non spiega ancora cosa fa essere “uno” *nel tempo* il singolo oggetto unificato. Se la sincronizzazione è pensata allora come costitutiva di uno dei diversi *modi* in cui la sintesi si potrebbe esprimere a livello neurofisiologico, potrebbe darsi il caso che le neuroscienze siano costrette a postulare un'unità più originaria, che rende possibili gli stessi meccanismi *osservabili* del cervello (compresa la sincronizzazione) come semplici manifestazioni di una struttura più profonda. Una tale struttura si potrebbe caratterizzare, kantianamente, come una forma *trascendentale* soggettiva, che, lungi dal poter essere osservata, sarebbe anzi il fondamento della possibilità di ogni osservazione.

4.2. Predittività e apriorità dell'unità trascendentale della coscienza

La struttura *predittiva* (“dall’alto verso il basso”) o *a priori* è il secondo elemento, dopo la nozione di “sintesi”, che costituisce la base per un’ermeneutica kantiana della problematicità del *binding* in sede neuroscientifica. La relazione tra il carattere *predittivo* dell’elaborazione *top-down* e il carattere spontaneo e *a priori* della soggettività kantiana è stata invero riconosciuta anche in sede neuroscientifica. Proprio la nozione di *a priori* ha veicolato in modo determinante l’attenzione dei neuroscienziati verso quegli aspetti della filosofia kantiana che più si adattano a render conto del carattere predominante della soggettività. Il significato del carattere intrinseco, autogenerato, spontaneo e *a priori*, tanto dell’attività interna al cervello quanto della struttura trascendentale del soggetto kantiano, risiede nel lato *formale* che li caratterizza. Lungi da essere una determinazione statica e raggiunta una volta per tutte, tale *forma* è invece da intendersi come un *principio di organizzazione*, che è *in atto* prima e a prescindere da ogni evento esterno, in quanto è la cifra più propria del vivente, di cui il cervello umano è, biologicamente, la somma incarnazione.

Sebbene il riferimento a Kant nell’ambito della neurodinamica quantistica sia certo foriero di interpretazioni inedite e certo vevoli, occorre tuttavia non lasciare sussistere sottobanco un limite fondamentale della filosofia kantiana, consistente nel lasciare aperto lo spazio al carattere di *passività* che ancora inficia la soggettività proprio nel momento in cui si pone come costituente rispetto all’oggettività. Infatti, il modo in cui gli oggetti si manifestano in Kant lascia residualmente sussistere un aspetto di passività che è coglibile nella misura in cui il molteplice dell’intuizione è già *dato* – ed è empiricamente *reale* – “al di fuori” del soggetto. Nonostante i numerosi passi kantiani che rilevano il carattere *attivo* del soggetto che interroga la natura, nonché l’anticipazione, da parte del soggetto, delle risposte conferite ai suoi quesiti impositivi rispetto ad essa, il carattere *attivo* del soggetto si limita alla *forma* entro la quale avviene la conoscenza intuitiva e intellettuale, mentre la *materia* di tale conoscenza è per Kant *passivamente* ricevuta dal soggetto sotto forma di sensazioni.

Al contrario, la scienza contemporanea ha mostrato che “nella nostra conoscenza degli oggetti, non possiamo separare ciò che ci viene fornito dalle nostre facoltà cognitive da ciò che ci affetta”⁶⁰⁰. In breve, Kant non fece il passo successivo consistente nel riconoscere che

⁶⁰⁰ Bitbol (1998), p. 3.

“l’attività sperimentale è in grado di *formare* le apparenze e non solo di *selezionarle* o *ordinarle*”⁶⁰¹. La nozione di *forma* è dunque tanto il perno dell’assunzione della filosofia kantiana a paradigma esplicativo del problema del *binding* neuroquantistico, quanto il punto in cui Kant sembra non avvedersi che la sua filosofia incappa in un’aporia risolvibile solo ammettendo una struttura più ampia per la soggettività, che inglobi il “mondo” al pari delle strutture trascendentali sotto le quali soltanto un mondo si può dare.

L’essere nel-mondo, la cui nozione è stata primariamente formulata da Heidegger, è infatti la struttura che abbiamo intravisto oltre Kant, in quanto struttura *unitaria* del soggetto, che è tale sono in quanto è già da sempre *situato* in un mondo che gli appartiene come se stesso. La struttura *intenzionale* della coscienza e del cervello determina il mondo umano come una dimensione originariamente *relazionale*, che non potrebbe sussistere se si ritrovasse solipsisticamente isolata nel proprio dominio. Si tratta d’altronde di qualcosa che anche la scienza contemporanea ha messo e continua a mettere in luce ogni volta che descrive il cervello come proteso all’elaborazione degli stimoli, come predittivo nell’elaborazione di tipo *top-down* dei percetti e come anticipatore di ciò che si dà nel mondo. Se questa è la struttura del cervello, allora non sorprende che esso possa anche essere considerato come l’organo attraverso il quale si manifesta il lato *empirico* dell’essere-nel-mondo come struttura originaria dell’umano.

4.3. La forma come principio determinante

A tutti i livelli della costituzione *temporale* dell’esperienza, la soggettività manifesta una struttura processuale che, lungi dal cristallizzarsi in modo statico nei suoi momenti, acquisisce via via gradi sempre più elevati di “organizzazione”. Questa struttura dinamica, che si esteriorizza per così dire *sub specie temporalitatis*, è ciò che “muove” la mente a relazionarsi a ciò che è *altro* da sé per organizzarlo secondo le sue proprie forme. Nell’ambito del problema del *binding*, abbiamo visto che la sincronizzazione è sì il segno evidente *che c’è* una coordinazione, la quale si manifesta fisiologicamente nell’attività autogenerata delle oscillazioni sottosoglia, ma ciò *non spiega ancora come sia possibile*, per un

⁶⁰¹ Ibid.

tale meccanismo, coordinare “dall’alto verso il basso” la molteplicità del materiale raccolto dai recettori sensoriali. Analogamente, se i processi dell’elaborazione *top-down* ci consentivano di affermare *che* le sensazioni corrispondono alle aspettative del soggetto, formulate dal cervello in forma di “ipotesi sul mondo”, con ciò non è ancora stabilito *come* ciò possa avvenire, vale a dire *come* sia *possibile* che la spontaneità originaria del cervello possa determinare *a priori* la forma unitaria del molteplice dell’intuizione.

Abbiamo tentato di operare un capovolgimento della prospettiva di tipo *bottom-up*, comune al procedere di molti neuroscienziati, per scorgere come vi sia un principio di *spontaneità* che sottomette *a priori* il molteplice, organizzandolo in base alla propria intrinseca normatività. La struttura della sincronizzazione appare così come una manifestazione empirica di qualcosa di più profondo, e cioè dell’*atto* originario dell’intelletto di riportare *a priori* il molteplice, coordinato dalla sintesi, ad un’unità integrata. Si tratta perciò di comprendere in che modo una siffatta struttura intellettuale (trascendentale) possa *determinare*, e per di più “spontaneamente”, il materiale disgregato dell’intuizione sensibile.

Per comprendere queste considerazioni, occorre anzitutto determinare cosa avvenga nel “punto di contatto” tra il mondo e la facoltà conoscitiva del soggetto. Lungi dal separare la materia dalla forma, questo *limite* è anzi il terreno più proprio su cui si manifesta l’azione della forma come “principio di organizzazione”. Posto che il cervello è già da sempre *situato* nel mondo, esso non attende mai passivamente che qualcosa si presenti ai recettori sensoriali ma, nei suoi stati *predittivi*, il cervello ha *già* determinato la forma di ciò che potrà essere elaborato, ed è qui che si gioca la “spontaneità” dell’atto mediante cui il cervello svolge la sua funzione originariamente organizzatrice. Se la forma, in quanto principio *determinante*, è sempre rivolta ad una materia specifica, allora potremmo dire che *nella* forma sono già scritte le *possibilità* di *determinazione* della materia. Più che “indeterminata”, la materia dovrebbe dirsi perciò *determinabile* dalla forma: “la forma è in vista di *quel* determinato materiale e con assoluto riguardo ad esso”⁶⁰².

4.4. Atemporalità e spontaneità

⁶⁰² Chiereghin (2004), p. 138.

Le prospettive aperte dall'interpretazione quantistica del cervello si avvicinano in modo sostanziale ad una determinazione del soggetto come fondamento a-temporale dell'esperienza, nonché come ciò che conferisce ai fenomeni le loro determinazioni spaziali e temporali. Un tale fondamento si presenta come qualcosa di più originario rispetto a tutto ciò che assume un carattere spazio-temporale nella nostra comprensione "macroscopica" dell'esperienza. Relativamente al problema del *binding*, la presupposizione del tempo, così essenziale e primaria nell'ipotesi della sincronizzazione, diventerebbe così, ancora una volta, un fenomeno derivato da una forma più radicale di unificazione pre-temporale e pre-spaziale, la quale si porrebbe a fondamento dell'unità del cervello. In questo modo, la concezione neurodinamica del cervello renderebbe conto, da un lato, della concezione kantiana della sintesi empirica o *a posteriori*, il cui correlato sarebbe il *binding* classico, neuronale, e, dall'altro, dell'unità trascendentale (*a priori*) della coscienza, cui la sintesi empirica è subordinata, e che si rende manifesta nel *binding* quantistico. In definitiva, il concetto di Kant dell'unità trascendentale potrebbe rappresentare una formulazione filosofica dell'unità quantistica del cervello, che andrebbe indagata attraverso un metodo "neurofilosofico" (o, più kantianamente, "neurotrascendentale").

In termini neuroscientifici, l'interrogativo kantiano diviene dunque il seguente: com'è possibile l'applicazione delle strutture intrinseche e *a priori* del cervello alla molteplicità di *input* trasmessi dalle vie di elaborazione sensoriale? Come si coniuga l'attività autogenerata delle oscillazioni sottosoglia dei neuroni con la messa in forma degli *input* in ingresso, che il cervello deve elaborare ed organizzare in un'esperienza unificata? Anzitutto, potremmo dire che ogni sincronizzazione delle risposte neuronali corrisponde a singoli "atti di applicazione" delle strutture intrinseche del cervello alla molteplicità di *input* in ingresso. Inoltre, la coordinazione *sincronica* dei neuroni corrisponderebbe alla coscienza empirica dell'apprensione, mentre l'unità *diacronica* dell'oggetto dovrebbe essere ricercata più in alto, nel fondamento trascendentale della coscienza unificata, reso possibile dall'unità originaria dell'intelletto in quanto "spontaneità".

Il potere costituente della struttura trascendentale e a-temporale del soggetto è tale da in-formare di sé non solo ciascun singolo oggetto,

unificato nell'istante della sua apprensione, ma anche la continuità della sintesi diacronica di ciascun momento esperienziale. Come è possibile, per la forma a-temporale della sintesi spontanea, determinare la continuità degli oggetti *nel tempo*? Vi dev'essere infatti un movimento che medi "l'unità sintetica pura" del molteplice in generale col la temporalità propria dei percetti di cui facciamo esperienza. Il fattore *temporale* si rivela ancora una volta determinante in ordine alla risoluzione della nostra situazione aporetica. Ora, come forma del senso interno, il tempo contiene *a priori* un molteplice nell'intuizione pura; d'altro canto, poiché il tempo è contenuto in ogni rappresentazione *empirica* del molteplice, esso sarà parimenti omogeneo agli oggetti dell'esperienza.

Lo schematismo kantiano può essere dunque assunto come esempio di come un'aporia irrisolvibile sul piano empirico possa essere analizzata e addirittura risolta attraverso un mutamento di prospettiva, in base al quale l'analisi si trasferisce dal piano fenomenico al piano della ricerca delle sue *condizioni di possibilità*. Affinché si abbia conoscenza oggettiva, i concetti devono necessariamente riferirsi a intuizioni sensoriali; inoltre, i concetti puri rimandano, verso il "basso", alle condizioni formali della sensibilità (e specialmente alla forma *temporale*), in assenza delle quali le categorie non potrebbero applicarsi ai fenomeni. Lo "schema" di un concetto è proprio "[q]uesta condizione formale e pura della sensibilità, a cui si restringe il concetto dell'intelletto nel suo uso"⁶⁰³.

4.5. Durata, successione e simultaneità come determinazioni logiche e come risultato della schematizzazione della categoria di relazione

Come abbiamo osservato nel capitolo introduttivo, durata, successione e simultaneità non sono solo i modi temporali di cui gli sperimentatori si servono nello studio della percezione temporale, ma, in quanto proprietà inerenti o ascrivibili a tali stimoli, sono anche i possibili modi in cui può avvenire il loro coglimento percettivo. Essendo espressione dei modi in cui il tempo si dà oggettivamente, durata, successione e simultaneità sono dunque le tre variabili che, da un

⁶⁰³ Kant (2004), p. 301.

lato, definiscono la percezione temporale su breve scala e che, dall'altro, gli sperimentatori utilizzano come base per la manipolazione del *setting* sperimentale, al fine di dispiegare di fronte ai soggetti la gamma fenomenologicamente più ricca di situazioni percettive. Ora, non sorprenderà il fatto che, proprio in sede di schematismo trascendentale, durata, successione e simultaneità siano i tre modi sotto cui una categoria dell'intelletto, quella della "relazione", può essere istanziata al livello sensoriale, rendendo possibile la costituzione temporale dell'esperienza⁶⁰⁴.

In quanto articolazioni della categoria della "relazione", lo schema della quale contiene e consente di rappresentare "il rapporto delle percezioni fra di loro in ogni tempo (cioè secondo una regola della determinazione del tempo)"⁶⁰⁵, queste tre determinazioni rappresentano le caratteristiche sotto cui ogni possibile esperienza può essere costituita. Tale corrispondenza è tanto meno trascurabile, quanto più si tenga conto che è solo in virtù della schematizzazione delle categorie, attraverso la "determinazione trascendentale del tempo" kantianamente intesa, che il piano categoriale dell'intelletto (il quale è in gioco nella formazione dei giudizi temporali forniti dai soggetti dell'esperimento) può rendere possibile l'organizzazione dei percetti sensoriali entro un'esperienza cosciente e unificata.

Lo "schema" delimita le condizioni dell'uso dei concetti dell'intelletto rispetto alla sensibilità, perché è la regola mediante cui un'intuizione è determinata in conformità ad un concetto. In ultima analisi, gli schemi dei concetti puri dell'intelletto sono le condizioni di possibilità dell'applicazione dei concetti agli oggetti, nonché le regole cui questi devono sottostare per essere conformi alle categorie. In termini neuroscientifici potremmo dire che, se la sintesi è operata dalla sincronizzazione, ciò che ancora le manca per poter produrre l'unificazione *nel tempo* degli oggetti è uno "schematismo", mediante cui sia possibile determinare *a priori* gli oggetti secondo le categorie dell'intelletto; la sincronizzazione è sì la capacità di operare una "determinazione *empirica* del tempo", collegando insieme,

⁶⁰⁴ Durata, ordine e simultaneità sono, rispettivamente, il risultato della schematizzazione delle categorie di "sostanza", "causalità" e "azione reciproca" (i tre "modi" della categoria della "relazione"), così com'è esposta nella dottrina dello "Schematismo" della *Critica della ragion pura*.

⁶⁰⁵ Kant (2004), p. 311.

simultaneamente, diverse determinazioni *empiriche* di un percelto, ma non è ancora una “determinazione *trascendentale* del tempo”, che solo una struttura *trascendentale*, che possa mediare *a priori* la sussunzione del molteplice alle categorie, può rendere possibile.

La sincronizzazione, rivolta com'è “verso il basso”, nella sintesi empirica del molteplice dell'intuizione, è conforme al fenomeno, ma *non* alla categoria. Come, attraverso lo schematismo, l'unità dell'intelletto (come attività originaria della spontaneità) può determinare *a priori* la sensibilità rispetto al molteplice che è dato nell'intuizione sensibile, così ciò che manca all'attività spontanea delle popolazioni neurali è la facoltà di determinare *a priori* il tempo secondo le regole dell'unità trascendentale dell'appercezione. Come si vede, queste forme temporali si caratterizzano come qualcosa di lontanissimo e addirittura opposto alle “distorsioni”, attraverso cui i neuroscienziati hanno etichettato le forme soggettive della messa in forma del tempo da parte della soggettività.

Dai risultati delle ricerche neuroscientifiche sulle “distorsioni” temporali nel mondo della percezione si vede come l'apparente semplicità con cui percepiamo fenomenologicamente l'“ora” nell'esperienza cosciente sia il risultato di processi assai complessi, rivelati dall'analisi sperimentale e insospettabili al livello della fenomenologia della percezione. Per salvare l'“oggettività” delle misurazioni sperimentali, i neuroscienziati tendono a definire questi interventi soggettivi sul tempo mere “illusioni”, assumendo che l'unico tempo “oggettivo” sia quello scandito dagli orologi. Ma poi riconoscono che sono proprio tali interventi a restituirci una visione dell'esperienza ordinata, coerente e dotata del massimo di aderenza ai “fatti”.

Ma, allora, com'è possibile chiamare “illusoria” un'attività che è responsabile della sensatezza della nostra esperienza cosciente? O non è forse piuttosto “il tempo oggettivo” un'astrazione illusoriamente fatta valere per universale? L'esperienza cosciente è sì costituita da eventi connessi da rapporti di successione (l'uno-dopo-l'altro), ma il movimento originario di costituzione dell'esperienza non è a sua volta descrivibile da rapporti di successione, ma sembra bensì un unico atto, da cui prende origine ogni esperienza del tempo senza che tale atto sia sottoposto al tempo e alla causalità degli eventi fenomenici. Lungi dal poter essere caratterizzate come “distorsioni”, queste modalità processuali di messa in forma di una rappresentazione coerente e

ordinata del mondo sono al contrario l'espressione somma del potere costituente del soggetto nei confronti dell'esperienza. Anziché "distorsioni" del tempo oggettivo, tali operazioni sono invece modalità soggettive di costituzione dell'oggettività secondo parametri oggettivi e universalmente condivisibili. Esse sono l'espressione più profonda dei modi anticipatori e impositivi attraverso cui la percezione viene informata dalla condizione del tempo come *forma* del senso interno (e, indirettamente, del senso esterno).

In sede di conclusione al V capitolo, ho proposto che il vissuto individuale genera "distorsioni" solo nella misura in cui si pone *prospetticamente* rispetto alla struttura del tempo come forma generale e omogenea a cui vengono riferite sinteticamente tutte le esperienze, e che tale sinteticità si origina dall'apporto dell'attività soggettiva nella costituzione di un'esperienza dotata di senso. Le distorsioni sorgono dunque da una "forzatura" dei processi cognitivi umani, in cui questi vengono "trasfigurati" a partire da ciò che producono – il tempo "oggettivo", condivisibile e intersoggettivamente comunicabile.

Dove si colloca lo schematismo in tutto ciò? Non solo al livello dell'esperienza, nel riconoscimento degli stimoli come "*time-markers*", ma anche e soprattutto nella formulazione dei giudizi temporali, vale a dire nel processo sintetico che *ricostruisce* durata, successione e simultaneità. Solo se è dotato della capacità di sintetizzare nel presente, in virtù di una "determinazione trascendentale di tempo", la percezione appena trascorsa, in altre parole, solo se è in grado di ritenere, riprodurre e concettualizzare, un essere può avere una nozione di durata, o di passato (prossimo) e di futuro (prossimo). È appunto in virtù della capacità di *disporre gli eventi l'uno dopo l'altro* che è possibile anche la percezione della simultaneità, come percezione di eventi che *non si susseguono* l'un l'altro, ma che occupano un intorno temporale che *rimane il medesimo* nonostante e anzi in virtù del continuo mutamento delle cose e del fluire coscienziale.

Lo schematismo kantiano è un'arte ben nascosta nei recessi dell'anima umana e ci offre una spiegazione plausibile di come l'unità dell'esperienza sia resa possibile non solo, e non tanto, dalla sintesi *empirica* messa in atto dalla sincronia neurale, quanto piuttosto da una sintesi pura originaria, che determina *a priori* il molteplice in conformità alle regole dell'unità dell'appercezione. Così, se lo schema è il risultato di una "determinazione trascendentale del tempo" ad opera dell'intelletto,

potrebbe darsi che proprio questa determinazione sia ciò che manca alla sincronia neurale per produrre da sola un'esperienza integrata; in altre parole, dove manca la determinazione trascendentale del tempo in base alle categorie verrebbe meno la condizione di possibilità di un'autentica unità dell'esperienza, e lo schematismo si riaffermerebbe, così, come momento chiave del trascendentalismo kantiano, nonché un terreno fertile su cui sviluppare una comprensione più profonda del carattere originario della soggettività.

Dalle neuroscienze sono emersi fattori di “anticipazioni della percezione”, di principi autonomi di *organizzazione*, di *integrazioni* a largo raggio, di *spontaneità* e di *connettività globale* che si sono candidati, con le carte in regola, quali corrispettivi neurali dei processi di sintesi e di unificazione analizzati da Kant nella sua ricerca sulle strutture trascendentali della soggettività. In definitiva, dai processi d'integrazione e di unificazione a livello neurale emerge lo *Streben*, l'impulso incoercibile verso una forma originaria di unificazione che non può essere rintracciata al loro medesimo livello. In ultima analisi ciò che le ricerche neuroscientifiche arrivano a spiegare è l'unificazione delle caratteristiche di un percolato, ma esse non riescono a procedere verso la spiegazione di un'autentica e complessa esperienza integrata, la cui fondazione filosofica è stata da noi ricercata in un'analisi filosofica profonda e aperta ad accogliere le scoperte scientifiche contemporanee come, ad esempio, la teoria kantiana dello schematismo, che media il passaggio da un'esperienza parcellizzata ad un'esperienza pienamente integrata tra il trascendentale e l'empirico, rendendo conto di come le strutture *a priori* della soggettività giungano a mettere in forma una rappresentazione unitaria e coerente del mondo.

5. Riflessioni sul confronto tra tempo “oggettivo” e tempo dell'esperienza

5.1. La pretesa normativa del tempo oggettivo e il possibile rivolgimento della prospettiva scientifica

Una distinzione generale sembra imporsi all'osservazione macroscopica dei modi in cui l'esperienza temporale si dà nel vissuto immediato e nelle situazioni in cui esso è posto a oggetto della

riflessione scientifico-filosofica. A fronte di un tempo “soggettivo”, proprio del vissuto interiore, la caratteristica peculiare del tempo “oggettivo” degli orologi consiste non tanto (o non solo) nel suo statuto *ontologico* apparentemente inattaccabile, in virtù del potere esplicativo che esso vanta in sede fisica e cosmologica; in altre parole, oltre ad essere riguardato come un’*entità oggettiva*, per via del suo carattere funzionalmente vantaggioso alla spiegazione fisica dei “fatti” empirici, il privilegio accordato al tempo degli orologi ha soprattutto il ruolo di avanzare una pretesa *normativa* rispetto a tutte le forme temporali proprie della percezione.

La distinzione, che risulta macroscopicamente dalla considerazione dettagliata della letteratura scientifica, tra una temporalità regolarizzata nell’isocronia dell’orologio e una temporalità vissuta, riferita in modi sempre diversi e imprevedibili, ci conduce a formulare una prima osservazione. Diversamente dal tempo che si declina soggettivamente – un tempo dalle sfumature ogni volta inedite ed esposte alla contingenza – quello proprio della prospettiva scientifica è un tempo standardizzato e immutabile, che scandisce il ritmo dell’esperienza in modo regolare e a prescindere dalla considerazione di qualsiasi esperienza particolare. Qual è il senso delle “distorsioni temporali” alla luce di questa distinzione? A cosa si riferiscono propriamente le “distorsioni” del tempo percepito?

È evidente che il tempo dell’orologio non subisce alcuna distorsione. Perché? Perché esso è assunto come entità immutabile, ritmata da un passo isocrono e costante, che misura ogni temporalità esperita. Ma, allora, per quale motivo la nozione di “distorsione temporale” sembra ineliminabile nell’ambito dell’interpretazione dei risultati sperimentali sul tempo percepito? La risposta va ricercata nel fatto che la nozione di un tempo “oggettivo”, scandito dall’orologio, non è, considerata isolatamente, sufficientemente esplicativa dell’esperienza temporale nella sua globalità. I fenomeni soggettivamente “illusori” sono infatti tali solo presupponendo che “vero” e “reale” sia il tempo misurato sperimentalmente.

Negli esempi illustrati sopra, si vede chiaramente come i giudizi che espongono le distorsioni del tempo percepito rimandino a diverse accezioni di temporalità, le quali frantumano l’univocità della nozione scientifica del tempo in una molteplicità di modi temporali, in cui a rimanere identico è solo il tempo oggettivato. L’eterogeneità dei due

modi – soggettivo e oggettivo – del tempo è evidente anche dal fatto che, non essendo il tempo degli orologi immediatamente accessibile alla percezione, questa deve per forza accedervi per mezzo della costruzione di strumenti empirici, come gli orologi. Qual è dunque la relazione tra la percezione “prospettica” degli eventi e il loro inserimento in una rappresentazione temporale globale? In altre parole, qual è la relazione tra il tempo della percezione e il tempo costruito simbolicamente?

Dal momento che il tempo vissuto, dotato di contenuto esperienziale, si è mostrato in tutta la sua irriducibilità rispetto al tempo spazializzato, immobile al mutamento⁶⁰⁶, la convergenza tra le due forme di temporalità (quella legata all'intenzione dell'esperienza ordinaria, e quella espressa dall'insieme degli stati di un orologio) indirizza verso una concezione multifaccettata del tempo. Insomma, il tempo si può dire in molti modi. Vi è un tempo generale, comune a tutte le nazioni: il tempo degli orologi. Ma vi è anche un tempo soggettivo, peculiare per ciascun individuo. Più che chiedersi che cosa il tempo *sia* “in sé”, occorrerà piuttosto interrogarsi sulla natura dei fenomeni che organizziamo all'interno della nozione che chiamiamo “tempo”.

Si tratta della storica battaglia tra *Chronos* e *Kairos*. *Chronos* è il tempo misurabile e tracciabile su una retta. “*Kairos* è il tempo dell'attività umana, della opportunità, non della misurazione”⁶⁰⁷. Ma che cosa accade se il punto di vista scientifico viene capovolto a favore del soggetto? Cosa rimane del tempo “oggettivo” se si pone a fondamento non il tempo degli orologi, bensì l'esperienza fenomenologica? O non sono forse i due punti di vista, quello del fisico (che conferisce la priorità al tempo oggettivo) e quello dello psicologo e del filosofo (per i quali il primato va al tempo soggettivo) dei pervertimenti del pieno significato dell'essere⁶⁰⁸? Esiste davvero qualcosa come una versione “reale” e una versione “illusoria” del tempo?

⁶⁰⁶ Jaques (1988). Anche nella relatività, sebbene il tempo sia relativo prospetticamente, v'è una costante immutabile (la velocità della luce, cioè il *tempo* impiegato da un raggio di fotoni per percorrere distanze uguali): nella relatività, il tempo non è concepito come una *evoluzione* delle tre dimensioni, ma come un tempo spazializzato, come una forma adeguata ad una rappresentazione spaziale.

⁶⁰⁷ Ivi, p. 19.

⁶⁰⁸ Cfr. Cassirer (1953).

No. Non esiste un tempo “reale” contrapposto a qualche altro genere di tempo. Il tempo oggettivo è una costruzione simbolica che può essere esibita sotto forma di intuizione spaziale. Il tempo soggettivo è un flusso costante di relazioni, inabile a lasciarsi pietrificare per essere anatomicamente analizzato. In questa prospettiva, le determinazioni oggettive e le determinazioni soggettive del tempo, *Chronos* e *Kairos*, non si riferiscono a generi differenti di tempo, ma a *forme* diverse di esperire il mondo, a vie diverse dell’organizzazione dell’esperienza nel tempo. Ogni atto di misurazione del tempo si riferisce sempre al tempo come grandezza spazializzata (lunghezza) e richiede che il tempo sia “fermato” mediante un congelamento concettuale che immobilizza gli eventi, in conseguenza all’oggettivazione cosciente della percezione nella sua traduzione in un linguaggio concettuale condivisibile. Caratterizzare il tempo coscienziale come distorsione del tempo oggettivo implica dunque ammettere che il primo può essere ridotto al secondo. Ma le cose stanno davvero così? Così facendo, non si confondono “due ordini di *realtà* distinti, quello immanente (della coscienza) e quello trascendente (del mondo obiettivo)”⁶⁰⁹? E non si perde anche di vista il fatto che, “se è possibile spiegare il tempo naturale a partire da quello interno, infatti, il percorso inverso è inattuabile”⁶¹⁰?

Se il punto di vista soggettivo fosse una *riduzione* di quello oggettivo (scientifico), le medesime “deformazioni”, che si presentano nell’ambito del vissuto in prima persona non impedirebbero, ad esempio, la conversione delle proprietà *prospettiche e parziali* (e quindi, secondo la prospettiva scientifica, “distorte”) di un oggetto percepito nella sua descrizione geometrica completa. Di fatto, però, l’operazione è impossibile. Forzando la prospettiva propria del coglimento soggettivo di un percetto, per renderlo, ad esempio, uniforme al solido perfetto e ideale di un sistema di coordinate cartesiane, che lo sottraggono al tempo per fissarlo nel dominio immobile e atemporale dei solidi geometrici, non si farebbe che creare un’immagine più affine a un quadro di Picasso che all’oggetto geometrico corrispondente.

Come lo spazio della percezione *locale* e immediata, legata al corpo, non è definito dalle tre rette su cui è costruito lo spazio tridimensionale della geometria euclidea, allo stesso modo la serie di

⁶⁰⁹ Buongiorno (2014), p. 14.

⁶¹⁰ Ivi, pp. 14-15.

percezioni istantanee e contingenti degli oggetti temporali non è assimilabile ai tratti della retta ideale che esibisce il tempo lineare, continuo e omogeneo dell'aritmetica – ma anche il tempo circolare e, dunque, pur sempre lineare degli orologi. Non si tratta di un paragone privo di difficoltà. Nel caso dello spazio, non solo la nostra percezione degli oggetti è legata al punto di vista della nostra corporeità vivente, ma, più profondamente (come Kant aveva inizialmente intuito – e come Piaget in sede cognitivo-psicologica e la geometria operativa a partire da Felix Klein in sede geometrico-operazionale hanno poi sviluppato “scientificamente”) la percezione prospettica che abbiamo delle cose è resa possibile dalla preliminare inclusione delle cose stesse entro il dominio delle possibilità di strutturazione spazio-temporale del mondo, vale a dire entro il campo percettivo, le cui condizioni di possibilità riposano sulle strutture soggettive della percezione.

Quando lo scienziato o il filosofo affermano che la percezione spaziale “locale” è prospettica e che la percezione temporale “istantanea” appare deformata rispetto al tempo degli orologi, essi si riferiscono al tempo e allo spazio *in generale*, sotto le cui regole soggettive organizziamo gli oggetti della percezione. Se questo fosse vero, allora bisognerebbe certo convenire che il tempo soggettivo *tout court* è qualcosa di deformato rispetto al tempo scientifico. È proprio così che stanno le cose? O non è forse la soggettività portatrice di una legalità intrinseca *dotata di senso* e irriducibile alla costruzione scientifica del mondo percepito?

5.2. Il “presente” della percezione e la duplice apertura temporale del percepito

Uno dei primi elementi che saltano agli occhi, raccogliendo i risultati sui modi di costituzione del tempo percepito per come essi emergono in laboratorio, è il fatto che i cosiddetti “dati” ottenuti a partire dai resoconti soggettivi si riferiscono generalmente alla finestra temporale che inquadra il “presente” percettivo, vale a dire a quell'intervallo di tempo, più o meno breve (in genere non più di una manciata di secondi), entro il quale la soggettività si mostra in grado di

raccogliere insieme una molteplicità di stimoli e di rispondervi come un tutto percettivamente unitario. La cosa non sorprende, in quanto il presente è la modalità precipua della sfera percettiva: l'estensione temporale entro cui si dispiega il coglimento dei percetti consiste in una durata più o meno estesa (dell'ordine dei secondi) così come accade, più in generale, nel mondo dell'agire, dove risulta immediatamente comprensibile che un atto motorio "richiede tempo" e non può effettuarsi in un istante puntuale.

Le ricerche sperimentali procedono tuttora, sebbene spesso implicitamente, sulla scia dell'idea (originariamente formulata da William James) di un "presente soggettivo" misurabile oggettivamente, ossia di un intervallo temporale in cui, non essendoci ancora posto per alcun ricordo, né spazio per alcuna aspettativa, una molteplicità di stimoli può essere colta "d'un sol colpo". Nelle neuroscienze contemporanee sembra farsi sempre più strada una concezione "dinamica" del tempo, in cui il presente percettivo non è riguardato come un punto inesteso lungo una "retta del tempo" ideale e indifferente rispetto alla sua direzione verso il passato o il futuro, bensì come un intervallo di durata variabile ma ben definita. Naturalmente, dare una misura "oggettiva" di un tale presente "vissuto" è un requisito tanto necessario quanto problematico in sede di esplorazione scientifica.

Ciò che si dà alla recettività, per essere elaborato in forma di percetto, è sempre qualcosa di istantaneamente presente (e di spazialmente atomico). I recettori accolgono sempre un segnale elettrico per volta, e non v'è posto per la simultaneità se non considerando la loro molteplicità *in uno*. Solo uno sguardo che si ponga in "terza persona" può cogliere tale molteplicità.

Considerata isolatamente e al suo stadio primitivo (che, a quanto pare in modo invero piuttosto impreciso, è stato assimilato allo stadio del riflesso inconscio) la sensazione si presenta come una congerie di punti atomici, distribuiti sulle superfici sensoriali, che, senza l'intervento di una funzione "sintetica", non possiedono per se stessi alcuna determinazione, se non quella di essere troppo limitati per essere descritti come estesi nello spazio e nel tempo. Ancor meno si potrebbe pensare che una qualche forma di movimento proprio caratterizzi i costituenti primitivi della sensazione, dal momento che il movimento non è una realtà fisiologica ascrivibile agli eventi del sistema nervoso: "[l]a forma spaziale o temporale di un movimento fisico non si deposita

sul ricevitore, non vi lascia altre tracce che una serie di stimoli reciprocamente esteriori. Le cause eccitanti possono agire soltanto in base alle loro proprietà puntuali”⁶¹¹.

Ciò che un recettore trasmette, quando viene a contatto col mondo, è un treno di impulsi determinato soltanto dall’energia assorbita localmente al momento della stimolazione. A questo primo livello della sensazione, *non* vi è alcuna *interazione* tra i neuroni recettori e, di conseguenza, neppure una qualsivoglia forma di collegamento della loro molteplicità. Al livello sensoriale, la trasmissione parallela e simultanea dei potenziali d’azione non è governata da alcuna istanza dominante, che li unifichi in prima battuta; essi sono atomi autorganizzati, le cui configurazioni “assumono la forma di punti microscopici, paragonabili a costellazioni di stelle nel cielo notturno, che brillano a ogni impulso”⁶¹². In altre parole, “[i]l mondo produce effetti sugli aggregati di neuroni microscopici situati negli organi sensoriali, i quali non interagiscono, ma inviano singolarmente al cervello i loro potenziali d’azione”⁶¹³. Dopo la selezione primaria del materiale sensoriale, è compito delle corteccie sensoriali primarie eseguire il vaglio dell’enorme quantità di materiale in ingresso, scartando quello indesiderato, non identificabile, o irrilevante.

Potremmo dire che l’eccitazione sensoriale, una volta raggiunta la corteccia, non è più un fenomeno “longitudinale” e “puntuale”, bensì “trasversale” e “globale”, dal momento che “le eccitazioni locali distribuite sulla superficie dei recettori subiscono, fin dal loro arrivo nei centri specializzati della corteccia, una serie di strutturazioni che le dissociano dal contesto di elementi spazio-temporali in cui si trovavano realmente inserite per ordinarle secondo le dimensioni originali dell’attività organica e umana”⁶¹⁴. Se ci sottraiamo all’alternativa esclusiva tra concezione antropomorfa e concezione anatomica del funzionamento nervoso, e ci volgiamo invece ai “*fatti noti*”, vedremo tuttavia che “il tipo di una eccitazione è determinato dal suo rapporto con l’insieme dello stato organico e con le eccitazioni simultanee o

⁶¹¹ Merleau-Ponty (1963), p. 14.

⁶¹² Freeman (2000), p. 84.

⁶¹³ Ivi, p. 28.

⁶¹⁴ Merleau-Ponty (1963), p. 87.

precedenti, e che tra l'organismo e il suo ambiente i rapporti non sono di causalità lineare, ma di causalità circolare"⁶¹⁵.

La *sensazione* non è mai sensazione di qualcosa che è stato, né di qualcosa che sarà. Il fatto che le "distorsioni" siano intrinsecamente connesse col tempo percepito è evidente dal fatto che esse intervengono nei giudizi temporali solo entro un intervallo che è significativo per la *percezione*⁶¹⁶. Che l'ambito di occorrenza di tali effetti avvenga in un intervallo di tempo ben preciso, più che in una distribuzione casuale di punti, non ci dice forse che la percezione in generale, e la percezione del presente in particolare, è sempre percezione di qualcosa di "esteso", ossia di proteso all'appena-stato e all'immediato da-essere? Ora, ciò che chiamiamo "mondo", e in particolar modo il mondo percettivo nella sua globalità, è sempre costitutivamente presente in modo latente, salvo per quella regione atomica e puntuale che è "qui ed ora" oggetto di percezione. Ciò che si dà alla coscienza percettiva è di volta in volta una sezione minima dell'ora, del minuto, della stanza, delle mie mani: "[v]irtualmente tutto il contenuto del mio mondo è latente; esso pertiene ad una dimensione di implicazioni passate e future date alla coscienza come orizzonti"⁶¹⁷.

L'apertura temporale del percepito è dunque duplice, verso il passato e verso il futuro: apertura verso la riproduzione di un'apprensione passata e apertura verso la produzione di un nuovo percepito. Il riconoscimento percettivo (cioè il percepire in senso proprio) si attua in un orizzonte che ingloba insieme presente e passato, in cui la coscienza presente è *nello stesso tempo* coscienza di ciò che nel

⁶¹⁵ Ivi, p. 20.

⁶¹⁶ Ad esempio, l'effetto *kappa* avviene solo quando la durata totale degli stimoli è compresa tra i 0,6 e gli 11 secondi cfr. Kanai (2013). Nella percezione sensoriale, si ritiene che il "ramo d'ingresso" degli *input* sia duplice, e che sia costituito da *sensazione* e *percezione*. Lungi dall'essere sinonime, secondo il neuroscienziato W. Freeman percezione e sensazione sono così diverse da contrapporsi quanto "il giorno e la notte". Per questo, la percezione non sarebbe in alcun modo spiegabile secondo le categorie e i metodi utilizzati per render conto della sensazione. Mentre la sensazione ha a che fare con l'attività di selezione che i recettori attuano rispetto alla molteplicità caotica di tutti gli stimoli possibili, nella "torre d'avorio" in cui opera la percezione non vi sarebbe più nulla che somigli al materiale originario, catturato dalle maglie della soggettività attraverso i recettori sensoriali. Dopo tale "ingresso", infatti, le porte si chiudono, e spetta alla soggettività elaborare da capo a fondo i significati delle cose e riconoscerne il senso.

⁶¹⁷ Zhok (2009), p. 16.

presente è riprodotto come “appena-stato”. Se la percezione fosse confinata nel presente, non si potrebbe mai assistere al riconoscimento percettivo, perché anzi non vi sarebbe punto percezione. Ciò significa, ancora una volta, che il presente della percezione non è un infinitesimo istante temporale, privo di limiti e dimensioni, ma qualcosa che ha un’estensione dinamica. Pensiamo al risuonare di una nota nel corso di un flusso melodico: la nota viene percepita come un’unità *diacronica* inscindibile dal suo passato immediato e dal suo sviluppo futuro. “La nota che sentiamo ha in sé come ‘riverbero’ una coda data dalle note precedenti, che rendono interpretabile in un modo determinato la nota attualmente risonante. [...] In altri termini il presente percepito è un presente esteso, innanzitutto esteso nella direzione del passato [...]”⁶¹⁸.

In sede fenomenologica, questo prolungamento all’indietro dell’evento attuale è comunemente chiamato “ritenzione”. La ritenzione non è qualcosa che sia avvenuto nel passato, ma si dà in qualità di “premessa consaputa dell’istante presente: le ritenzioni dunque sono parte costitutiva del presente percepito, anche se non sono più a rigore tematicamente presenti”⁶¹⁹. Ma non è lo stesso ciò che accade nelle cosiddette distorsioni del tempo percepito? Il riferimento all’indietro, di cui parla Libet, è forse qualcosa che il soggetto getta nel passato, o non è piuttosto uno spostamento percettivo all’indietro che conserva ciononostante il suo carattere di presente percepito? E tutti gli effetti legati alla percezione non sono dunque, proprio per questo, fenomeni legati al presente e attrattori degli eventi nel presente protensivo-ritenzionale della percezione? La retrodatazione non si rivela come un atto che si esplica in un “presente esteso”, dove l’estensione è data dal fatto che ad essere presente nella coscienza è sia il percepito, sia il sorgere della consapevolezza, sia la consapevolezza del loro rapporto? E non è pur sempre la coscienza dello scienziato a conservare il sapere che *in verità* questi tre eventi hanno collocazioni temporali differenti?

Ad esempio, per quanto riguarda il ritardo della consapevolezza negli eventi percettivi, scoperto da Libet, il concetto di durata non ci consente solo di “articolare, senza separare, un prima e un dopo, mentre le misurazioni puntuali dei tempi, prese a sé, restano discontinue. La durata consente anche una considerazione intersoggettiva del tempo. Dal nuovo punto di vista si è indotti a considerare i 500 *msec* necessari al

⁶¹⁸ Ibid.

⁶¹⁹ Ivi, p. 17.

sorgere della consapevolezza come costitutivi di un unico *campo di presenza*, all'interno del quale i 'ritardi' non spezzano la contemporaneità, che include nel tempo vissuto anche quello oggettivo. Il tempo discontinuo e puntuale misurato dallo scienziato articola e analizza un campo di simultaneità del vissuto interpersonale senza annullarla"⁶²⁰.

Più in generale, se collochiamo sperimentatore e soggetto dell'esperimento nel medesimo "campo di presenza", e se teniamo conto che, nel soggetto, la percezione dello stimolo *non è indipendente* dalla presa di coscienza di esso, l'esperienza vissuta in prima persona e l'osservazione sperimentale ci risulteranno non solo compatibili, ma reciprocamente confermate. Lo *stesso* fenomeno, infatti, può esprimersi *soggettivamente* nella simultaneità tra percezione e consapevolezza del percolato, e *oggettivamente* (secondo i criteri dell'osservazione sperimentale) nella frantumazione in istanti separati della medesima simultaneità, che è vissuta fenomenologicamente come un presente *esteso*. Inoltre, solo tenendo *separati*, come fa Libet, i due punti di vista (quello dello sperimentatore, e quello del soggetto dell'esperimento) è possibile considerare ritardo e retrodatazione come "distorsioni". Una tale interpretazione è quantomeno paradossale, perché "rispetto alla presa di coscienza la retrodatazione è qualificata come correzione 'soggettiva' delle distorsioni neurali. Ma di questa soggettività si dice che corregge delle distorsioni oggettive! E alla fine risulta che mediante (gli errori del) ritardo e (della) retrodatazione, si viene a individuare 'soggettivamente proprio il tempo oggettivo (addirittura correggendo delle pretese distorsioni neurali)'"⁶²¹.

Nell'esempio, giustamente famoso, della melodia, io non posso cogliere la nota presente senza inserirla necessariamente nel flusso e legarla così alla nota appena trascorsa e a quella che la mia aspettativa prevede. La ritenzione va di pari passo con quella che Husserl chiama "protensione". L'identità percettuale della nota presente è definita in modo biunivoco, in avanti e all'indietro. Se così non fosse, se io, cioè, non ritenessi e non proiettassi, come potrei stupirmi per la comparsa di una nota "inaspettata" o riconoscere la cadenza finale di un brano? Non percepisco mai un lato di una tazza: percepisco la tazza *in quanto tale* solo se, nel momento in cui la sua parte visibile, riflettendo i fotoni che raggiungono i recettori retinici, ho al tempo stesso incluso la parte

⁶²⁰ Brena (2009), pp. 75-76.

⁶²¹ Ivi, p. 77.

visibile nel concetto dell'oggetto intero, il cui oggetto è la rappresentazione completa della tazza. In altre parole, il "riconoscimento" dell'intuizione della tazza (intuizione che è sempre, di necessità, parziale e prospettica) passa attraverso il "riferimento" (o, come direbbe Kant, la "sussunzione") dell'intuizione al concetto corrispondente della "tazza", il cui oggetto è la rappresentazione *completa* della tazza.

Si noti che tale rappresentazione completa della tazza è costituita in modo oggettivamente valido, ossia funzionale all'afferramento o all'uso della tazza, pur non potendo mai divenire oggetto di percezione *nella sua interezza* (a causa della conformazione delle modalità sensoriali, e della vista *in primis*)⁶²². Insomma, se l'apparizione della tazza è colta da me mediante un riferimento dell'intuizione al concetto, ciò è possibile non solo se ho preliminarmente riferito l'apparizione della tazza ad un sistema di possibili coordinate spazio-temporali totalizzanti, ma se ho *inoltre* riferito l'organizzazione spazio-temporale dell'intuizione al concetto dell'oggetto-"tazza": le due forme di riconoscimento e di coglimento della tazza sono veicolate da facoltà distinte.

5.3. Essere "per" la coscienza: la coscienza temporale

Dagli esperimenti che abbiamo incontrato emerge clamorosamente come le manipolazioni del tempo percepito non siano sapute dal soggetto che le opera. Si tratta di un corollario empirico al principio per cui protensioni e ritenzioni non sono mai tematizzate come tali, ma entrano in scena nell'immanenza del presente percepito e vi fuoriescono ininterrottamente senza mai oltrepassare positivamente la soglia della coscienza. come abbiamo visto nel paragrafo sulla "sorpresa", le funzioni ritentive e protensive sono colte solo nei momenti in cui un'aspettativa è delusa o una novità rompe la *routine* del già ripetuto. Se la ritenzione o la protensione fossero tematizzate come passato o futuro, esse perderebbero la loro natura di prolungamenti del presente, per divenire, rispettivamente, brandelli di ricordo e di aspettazione. Al contrario, le protensioni rappresentano proprio la

⁶²² Per Kant, solo un intelletto intuitivo potrebbe avere un'intuizione *completa* dell'oggetto, vale a dire che la conoscenza completa dell'oggetto richiede che esso sia *prodotto* dal soggetto.

condizione di possibilità del darsi di un tempo a venire, come le ritenzioni sono la condizione del dispiegarsi di un tempo passato. Le nozioni di passato e futuro sono concetti costituiti a partire da operazioni non sapute e implicite nella percezione del presente che sono, appunto, le ritenzioni e le protensioni, ovverosia i movimenti in avanti e all'indietro dell'"ora" vissuto.

Ogni percolato colto in sede sperimentale è costituito in quanto oggetto in un'attitudine intenzionale propria del partecipante, preliminarmente istruito sull'attenzione da porre agli elementi presentati. Il potere costituente della soggettività si manifesta già nel coglimento degli stimoli presentati dallo sperimentatore per analizzare la costituzione soggettiva dell'oggettività dal punto di vista temporale, la quale non è mai "né restituzione realistica di qualcosa di preesistente, né creazione idealistica dell'oggetto"⁶²³. La costituzione temporale degli oggetti, come abbiamo visto, è determinata nel confronto del tempo riferito soggettivamente col tempo universale e oggettivo degli orologi. Senza questa modalità temporale, non vi sarebbero né limitazione della durata, né istanti temporali. Senza il tempo soggettivo, non vi sarebbero né riferimenti assumibili come risultati scientifici, né distorsioni. La possibilità della costituzione temporale degli oggetti risiede dunque nell'intreccio tra vissuto temporale ed esperienza oggettuale di entità temporali.

C'è un senso ben preciso in cui va letta l'affermazione, secondo cui la successione temporale si dà sempre e solo "*per* una coscienza". Il rapporto di successione tra due eventi, per cui questi si svolgono l'uno-dopo-l'altro, può darsi oggettivamente, cioè nella realtà, a prescindere da una coscienza che li colga? Che un solido sferico ne colpisca un altro, e che il primo, nel *precedere* il secondo, ne sia anche la "causa" del movimento, sembra un avvenimento più che mai reale ed oggettivo, che non ha bisogno di osservatori per essere "vero". Ma non è questo il senso dell'affermazione di cui sopra. La causalità è ancora un concetto troppo complesso per un'analisi dei rapporti di tempo. L'affermazione va invece letta nel modo seguente: che il primo solido colpisca il secondo è un evento che non contiene ancora, in sé, la sua conseguenza; il movimento del secondo solido, d'altra parte, non consente punto di risalire alla sua causa, a meno che non si dia una coscienza *presente* ad entrambi gli avvenimenti. Anche questo non basta

⁶²³ Zhok (2009), p. 18.

ancora. Affinché i due eventi siano posti in relazione, serve qualcosa che appunto sia in grado di connetterli e di *tenerli insieme*. Uno dei compiti della coscienza consiste proprio in questo *tenere insieme* diversi accadimenti.

Dal punto di vista temporale, la relazione di successione tra due eventi si dà solo se v'è qualcosa che mantiene la coscienza del primo evento *mentre si dà* il secondo. In termini fenomenologici, una successione di presenze non è ancora la presenza di una successione; cioè, un presente sommato a un altro presente non fa ancora una successione, in quanto si deve dare un'istanza per la quale *entrambi* gli eventi si diano e siano posti in relazione. Qual è la funzione coscienziale preposta a questo compito? Tale funzione non può presentarsi semplicemente come coscienza del presente *e* del passato appena trascorso: “la coscienza non va concepita come un presente istantaneo, ma è essa stessa un'unità mobile; ogni istante è già sempre collocato per la coscienza in una sequenza attraverso un continuum di nessi con l'immediatamente passato e l'immediatamente atteso”⁶²⁴.

La nozione statica di coscienza lascia così il posto alla caratterizzazione della coscienza come “vivente”, dove per “vita” si intende qualcosa di più profondo rispetto alla presenza di organismi in grado di organizzarsi e riprodursi. Se lo statuto della coscienza fosse semplicemente quello di apparire nel presente come modo di organizzazione istantaneo, non sarebbe mai possibile alcuna relazione di successione tra gli eventi. Caratterizzare la coscienza come entità vivente significa invece concepirla come un processo sintetico, che si dà nella ritenzione dell'appena-stato e nella prospettazione dell'a-venire, nonché della loro unità sintetica in ciascun “ora” percettivo. La coscienza ha natura costitutivamente ritentivo-protensiva: essa “può porre successioni perché non è registrazione passiva, ma perché conserva ciò che per essa era saliente ed ha aspettative intorno a ciò che si verificherà”⁶²⁵.

Il soggetto ritiene il già stato e si protende all'avvenire, tenendoli insieme in un presente esteso e cogliendone gli istanti di comparsa come successivi o simultanei. Quando la coscienza pone gli eventi nel tempo, essa non è coscienza di se stessa. Il fatto che, in sede di temporizzazione dei fenomeni, la coscienza sia inconscia a se stessa – che, ripetendo

⁶²⁴ Ivi, p. 21.

⁶²⁵ Ibid.

l'adagio psicanalitico, la coscienza sia “fuori dal tempo” – non risolve ancora la questione. Cosa significa temporizzare gli eventi, disporli secondo il “prima” e il “poi”? Significa tematizzarli. E cosa significa tematizzare gli eventi? Significa disporli di fronte alla coscienza come oggettualità su cui essa ha presa. Solo distinguendosi dagli oggetti posti-di-fronte ad essa, la coscienza può tematizzarli – e *temporizzarli*. Solo così essi possono essere posti in successione. La temporalità diviene così il modo in cui la coscienza può separare da sé gli eventi e tematizzarli come eventi *temporali*.

5.4. Spontaneità e temporizzazione

Qual è il *sensu* della temporizzazione degli eventi? È la protensione a dare “direzionalità” al processo di temporizzazione⁶²⁶. Le analisi neuroscientifiche sui modelli predittivi lo attestano: è solo in virtù dell'aspettativa sulle conseguenze di un evento che il motore della funzione temporizzatrice si attiva, producendo le ormai note “distorsioni” del tempo percepito. Il contenuto presente della protensione è anch'esso, dunque, di tipo primariamente percettivo, sebbene la protensione sia tesa anche verso il recupero di contenuti passati, quindi al ricordo. La protensione ha una tendenza finale, teleologica, contiene in sé come fine la scoperta del nuovo, del da-darsi, del futuro aperto a possibilità infinite. Questa tendenza è caratterizzabile come la “vita, l'essere-proteso-a, l'essere-alla-ricerca-di, l'essere bisognoso e desiderante a prescindere dal darsi di qualsivoglia contenuto già disponibile”⁶²⁷.

La ritenzione, invece, è “selettiva”: non solo non tutto il percepito viene ad essere contenuto di ritenzione, ma occorre tener conto che quest'ultima “non è mero accumulo di dati sensoriali, ma è assimilazione di unità sensoriali in quanto appaiono come direzionate,

⁶²⁶ Le protensioni hanno un statuto peculiare, dal momento che non si riferiscono al già dato, bensì all'ambito delle possibilizzazioni dell'oggettualità. La protensione ricerca il suo contenuto intenzionale nel da-darsi, sulla base dei contenuti ritenzionali, e non è quindi intenzionale nel senso in cui lo è la ritenzione stessa, che si fonda sempre su contenuti originariamente percettivi.

⁶²⁷ Zhok (2009), p. 25.

essendo organizzabili secondo ordinamenti dotati di senso”⁶²⁸. Il gioco di rimandi reciproci tra protensioni e ritenzioni costituisce il “presente vivente”, che conferisce una caratterizzazione temporale ad ogni contenuto di percezione e che lo unifica in un tutto coerente e identico. Solo una coscienza può attuare la potenzialità di questa direzionalità: il futuro non esiste nella realtà e non è obiettivabile prima che accada. La caratterizzazione protensiva, all’origine della spinta al futuro, trattiene i contenuti ritenzionali in-vista-di contenuti obiettivabili. Fenomenologicamente, possiamo dire che “la temporalità in sé, in quanto temporalità obiettiva del passato e del futuro, emerge come tematizzazione (obiettivazione) del decorso ‘proto-temporale’ rappresentato dal continuum di ritenzioni e protensioni”⁶²⁹. Tuttavia, ciò lascia ancora non chiarita la relazione tra la coscienza primaria pre-riflessiva (la coscienza che si svolge nelle protensioni e nelle ritenzioni) e la temporalità in sé e per sé.

Che ne è, ad esempio, del rapporto tra causalità e temporalità? È un puro caso che gli eventi causali del mondo coincidano con la successione che ne cogliamo? La domanda è in parte mal posta, e solo i recenti risultati neuroscientifici ci consentono di dire perché. Al livello soggettivo, infatti, nel cui dominio cognitivo avvengono fenomeni assai meno ovvi di quelli esemplificati da una sfera che ne colpisce un’altra, la relazione di successione spesso non rispetta né la successione, né la causalità classica. E ciò perché, per il soggetto, talora ha più “senso” rovesciare l’ordine degli eventi, attrarli nel tempo, allontanarli dall’istante percepito per la propria azione, e così via.

Non solo la coscienza non ha alcun potere sulle relazioni causali del mondo, ma spesso finisce addirittura per *contraddirle*, a discapito del *reale* e a favore della *sensatezza* dell’insieme degli eventi percepiti. È proprio tale sensatezza che rende impropria la caratterizzazione dei modi soggettivi di temporizzare i fenomeni come qualcosa di distorto o addirittura di illusorio. Questi risultati, abbondanti sul piano della microfisica quantistica, hanno esteso il dominio dell’inatteso e del sorprendente anche al piano macroscopico dell’umano, e devono dunque rientrare in un’analisi approfondita del mondo soggettivo al pari di ogni altra facoltà cognitiva. Sbalorditivo quanto problematico, il tema delle manipolazioni del tempo percepito deve perciò necessariamente

⁶²⁸ Ibid.

⁶²⁹ Ivi, p. 27.

essere incluso nelle analisi filosofiche, per non perdersi nel *mare magnum* delle intuizioni lasciate a metà.

Posta la successione costituita, come si crea l'ordine? La successione degli eventi, cioè il loro disporsi l'uno-dopo-l'altro, non li raggruppa ancora in un ordine costituito. È qui che i concetti di ritenzione e protensione si rivelano necessari: il costituirsi di una successione ordinata è infatti possibile nella coscienza del prima e del poi, e nella coscienza di entrambi *nello stesso tempo*. Se la coscienza fosse *prima* coscienza del “prima”, e solo *poi* coscienza del “poi”, se, in altre parole, la coscienza fosse essa stessa temporale, non solo non si avrebbe mai alcun rapporto successione, ma, a maggior ragione, l'ordine non si potrebbe mai creare. Freudianamente, si potrebbe dire che la funzione che si dispiega quando il soggetto temporizza gli eventi è inconscia nel senso del preconcio, mentre v'è poi un passaggio in cui il preconcio è portato a coscienza. In caso contrario, come potrebbero i soggetti riferire il tempo percepito per gli eventi? Si tratta di due operazioni inconse, nel senso che non vengono mai tematizzate (se non da una riflessione filosofica) e che nondimeno rendono possibile non solo la temporizzazione degli eventi, ma, con ciò stesso, anche l'atto del disporli in una successione dotata di ordine.

5.5. Inconscio e temporalità

Dal punto di vista fenomenologico, il nostro “divenire accorti” del mondo, a partire dal quale ci formiamo rappresentazioni coscienti degli eventi che accompagnano la nostra presenza attiva nell'ambiente, appare strutturato sulla base di un fondo inconscio che, a diversi livelli e gradi di chiarezza, emerge nelle forme del pensiero cosciente. Sono numerosissimi i processi che guidano inconsciamente il nostro agire ordinario: si pensi non solo alle funzioni fisiologiche che consentono ai nostri organi di mantenere ottimali le proprie funzioni e condizioni interne, ma anche alla miriade di movimenti acquisiti che il nostro corpo compie mentre noi attendiamo a tutt'altre operazioni, e di cui raramente veniamo a sapere qualcosa.

Ciononostante, nel corso dei normali stati di veglia diurni, ci riteniamo generalmente in grado di descrivere consapevolmente gli oggetti della nostra esperienza, attribuendovi proprietà come la forma, il

colore, la durata, la distanza, la grandezza, e via dicendo. Il coglimento di queste proprietà avviene ai diversi stadi della costituzione di un oggetto nella coscienza, a partire dalla molteplicità di proprietà oggettuali che raggiungono gli strati recettori del nostro sistema nervoso. Tale molteplicità è sintetizzata nel cervello in vista dell'unificazione dell'esperienza *tout court*. Prima di tale unificazione finale, il percepito rimane al di sotto della soglia della coscienza, occupando un luogo non identificabile nella sfera dell'inconscio. Infatti, la coscienza accoglie il percepito solo alla fine di un complesso processo, in virtù del quale il percepito diviene un "oggetto" vero e proprio per la coscienza.

Ma come è possibile, ad esempio, il riferimento all'indietro nel tempo di un percepito di cui c'è attesa (previa istruzione da parte dello sperimentatore) senza protensione (dal momento che non si tratta di un protendersi al futuro di un percepito presente, bensì di un'attesa *tout court* e "svuotata" di presente)? Occorre ammettere che vi è una funzione non "preparata" dalla percezione presente, come quella della protensione, la quale si "sporge" dall'"ora" per rivolgersi di volta in volta all'istante successivo. Nell'esperimento di Libet, ciò che scatena tale funzione di riferimento all'indietro nel tempo è l'apparizione dello stimolo. L'occorrenza dello stimolo, in altri termini, costituisce l'evento che attua un recupero attivo della funzione preposta a localizzare lo stimolo stesso nell'istante del suo manifestarsi, e ciò senza che tale funzione fosse preliminarmente a disposizione della coscienza presente. Si tratta dunque di una funzione coscienziale (eppure inconscia) al pari della protensione e della ritenzione, ma irriducibile ad entrambe. In questo, siamo dunque chiamati ad una interpretazione inedita dei risultati sperimentali sorti in ambito neuroscientifico, in quanto né la filosofia trascendentale, né la fenomenologia di matrice husserliana ci consentono di operarne un'interpretazione concettualmente adeguata.

In ogni atto di coscienza, il soggetto è tematicamente cosciente del proprio oggetto solo dopo essere stato atematicamente cosciente dei propri atti di temporizzazione (ritenzione, protensione, riferimento all'indietro nel tempo, e così via). L'unità degli eventi temporali non è il prodotto di una funzione concettuale, ma intuitiva. Il carattere inconscio di tale funzione implica anche che la temporalità non sia un prodotto dell'io cosciente, ma che questo sia anzi il risultato di un atto costitutivo pre-temporale, che informa di sé tanto il soggetto quanto

l'oggetto (sebbene solo il primo abbia poi i requisiti per venirne a sapere qualcosa). In altre parole, gli atti costitutivi della messa in forma *temporale* dell'esperienza sono non consaputi dal soggetto, che ne diviene consapevole solo in virtù di una loro tematizzazione esplicita (e squisitamente filosofica). Non solo il tempo può essere considerato, come voleva Kant, un'intuizione *pura*, ma anche l'unificazione *temporale* della molteplicità di aspetti dell'esperienza risulta accessibile alla coscienza solo a patto che questa si ponga di fronte a se stessa obiettivandosi in questo stesso movimento. È questo l'atto che abbiamo definito "pretemporale", attraverso il quale, da un punto di vista logico, la coscienza diviene "accorta" degli oggetti *prima* di conoscere se stessa nella propria automodificazione.

Come abbiamo visto, la maggior parte degli studi neuroscientifici si muove nella zona oscura della soggettività, in cui questa è chiamata a svolgere operazioni di cui è solo parzialmente (se non del tutto non) cosciente. Vi sono plurime attestazioni del fatto che, ad esempio, un soggetto affetto da visione cieca possa *percepire* qualcosa senza esserne cosciente, *orientarsi* nello spazio degli oggetti afferrabili senza poter dire cosa ci sia effettivamente nello spazio circostante, e addirittura *indovinare* la posizione e alcune proprietà specifiche di un oggetto senza poter riferire di averlo realmente percepito, e anzi negando esplicitamente la sua esistenza. Come è possibile tutto questo?

Il mondo pre-cosciente si manifesta con una tale ricchezza di determinazioni, le quali, pur restando confinate al di fuori del dominio cosciente del soggetto, gli consentono tuttavia di comportarsi adeguatamente nello spazio degli oggetti. L'ambito della sensorialità è stato circoscritto in questa sede come un mondo che potremmo definire come "preconscio", in cui il soggetto coglie le determinazioni empiriche degli oggetti *prima* ancora che essi pervengano a coscienza. Allo stadio più immediato del nostro commercio col mondo, la delimitazione di un ambito sensoriale sostanzialmente autonomo e non bisognoso dell'intervento della coscienza per potersi manifestare nella sua peculiare pregnanza ci può dunque fornire utili indicazioni per comprendere come una parte non certo trascurabile della nostra interazione con gli oggetti dell'ambiente, in cui siamo immersi, ci consenta di costituire un mondo pre-coscienziale, che possiede una coerenza propria e costituisce anzi uno stadio necessario in vista della costituzione dell'oggettività.

La soggettività *pensante* non solo include un mondo totalmente pervaso da forme non coscienti di elaborazione del mondo, cui non può rinunciare senza rinunciare anche alla costituzione di un'esperienza globale e in sé coerente, ma ivi essa trova anche il proprio fondamento sostanziale. In altre parole, non solo la maggior parte dei contenuti esperienziali rimane al di sotto del livello del coglimento cosciente, ma la coscienza stessa riguarda il lato degli oggetti costituiti in virtù di processi inconsci, di cui le è precluso l'accesso nonché un'analisi diretta, poiché essi rimangono sempre “alle sue spalle” come condizioni di possibilità del suo esercizio.

E tuttavia, il carattere *inconscio* delle strutture *soggettive*, attraverso le quali mettiamo in forma l'esperienza, non coincide ancora con i territori, altrettanto poco accessibili alla coscienza, occupati dai *contenuti* (anch'essi inconsci, appunto) che accompagnano l'esperienza cosciente. Quando parliamo di “inconscio”, infatti, non includiamo solo i contenuti dell'esperienza che, transitoriamente o permanentemente, risultano inaccessibili alla coscienza (per i quali Freud avrebbe parlato, rispettivamente, di *preconscio* e di *inconscio*), e che in qualche modo collochiamo “al di sotto” della coscienza – donde tuttavia manifestano una potenza senza eguali, di gran lunga superiore a quella della coscienza, nel determinare le disposizioni e gli schemi primordiali sui quali l'esperienza cosciente potrà innestarsi: nel caso del carattere “non cosciente” delle nostre strutture cognitive fondamentali, indichiamo l'inconscio come ciò che è inaccessibile alla coscienza *proprio perché la fonda*, come cioè qualcosa che sta parimenti “al di sopra” della coscienza.

Nella riflessione su sé, la coscienza diviene autocoscienza. Così, se il pensiero autocosciente è inconscio rispetto alla coscienza, è perché quest'ultima emerge solo *a partire* da una sintesi che si colloca *alle sue spalle* e le rimane perciò invisibile. Allo stesso modo, le *forme* dello spazio e del tempo rimangono inconscie nella determinazione spazio-temporale cosciente di ogni oggetto organizzato sotto tali forme (e vi rimangono, per così dire, due volte, dal momento che, prima di essere unificato ed emergere come *un* oggetto, il molteplice contenuto nella sensazione deve passare attraverso diversi processi sintetici, dei quali il soggetto non è mai, di nuovo, immediatamente cosciente).

Nel tentativo di determinare la peculiarità del carattere inconscio delle *condizioni di possibilità* dell'esperienza, distinguendole dalle forme

che rientrano nel campo del preconscious o dell'inconscio, potremmo parlare di un *sovraconscious*⁶³⁰. In quanto *universale*, il sovraconscious domina dall'alto, precedendola e rendendola possibile, tanto la coscienza dei fenomeni (che nelle scienze cognitive odierne è nota come coscienza "fenomenica") quanto la coscienza di me stesso (l'appercezione di me stesso in quanto soggetto) che accompagna necessariamente ogni esperienza di oggetti.

Per qualificare ciò che comprende, come genere, pre-conscious, inconscio e sovra conscious, senza incorrere in equivoci, useremo il vocabolo di "non consaputo". È da questo intreccio di elementi non consaputi ed elementi coscienti che scaturisce la complessità della soggettività conoscente, in cui, è bene ripeterlo, il territorio affidato all'inconscio, lungi dall'essere un fardello accompagnatorio toccato in sorte alla coscienza, è anzi ciò che la racchiude, se così si può dire, da entrambi i lati: sia *von unten* sia *von oben*, e cioè sia dal lato del pre- e dell'in-conscious, che si collocano "al di sotto" della coscienza (ma che, come abbiamo detto, ne costituiscono anche il fondamento, su cui la coscienza può esercitare la sua opera di "formazione" dei contenuti di esperienza), sia dal lato del sovraconscious, che ne governa l'operare, senza perciò rendersi manifesto sotto le forme che esso rende possibili.

Lo spazio e il tempo subiscono, nel subconscious, distorsioni che lo rendono inafferrabile da parte delle strutture coscienti. L'unità degli oggetti scompare, lasciando il posto a un fluire indeterminato di sensazioni e situazioni prive di contorni definiti⁶³¹. L'inconscio depriva tempo e spazio dei loro caratteri costitutivi. Che ne è del tempo (e dello spazio) nell'ambito dell'inconscio? Se mai è lecito parlare ancora di "tempo", qui esso si dà tutto "in blocco", senza successione di istanti; parimenti, lo "spazio" è una sorta di infinite possibilità sovrapposte (come la particella non osservata in meccanica quantistica) e tra loro intercambiabili, senza contiguità e senza confini condivisi. Dal punto di vista dell'elaborazione sensoriale, tutti i passaggi, attraverso cui, a partire dalla molteplicità contenuta nella percezione sensoriale, il soggetto perviene all'unità degli oggetti dell'esperienza, nonché all'unità

⁶³⁰ Chiereghin (2004), in particolare le pp. 331-350.

⁶³¹ Nel suo magnifico scritto sull'inconscio, Freud passa in rassegna molteplici caratteristiche delle dinamiche inconse: non solo la destrutturazione dell'unità degli oggetti, ma assenza di negazione, distorsione dello spazio, sostituzioni, e così via.

dell'esperienza medesima, sono del tutto non consaputi – *compreso l'ultimo, quello in cui essi fanno ingresso nella coscienza* grazie al potere unificante dei processi attraverso i quali gli oggetti sono elevati a coscienza. Il fatto che la coscienza non riconosca i contenuti inconsci immediatamente come simili a sé non significa in effetti che essi non siano formati dagli stessi processi: e infatti, essi sono tali non agli occhi del pensiero meramente “cosciente”, bensì solo di fronte al pensiero riflessivo.

Che la coscienza non sappia se stessa è ciò per cui l'*autocoscienza* è chiamata necessariamente a fare ingresso come funzione fondamentale nella costituzione della rappresentazione integrata del mondo. E questo perché, quando tale rappresentazione assume un carattere di totalità tale da includere la soggettività medesima, il livello coscienziale di quest'ultima diviene oggetto per il livello della soggettività autocosciente. Se è così, allora possiamo affermare che il modo in cui i contenuti non coscienti vengono strutturati non sia diverso da quello che riguarda i contenuti coscienti, e che tuttavia i primi appaiano inafferrabili da parte della coscienza perché privi del requisito, adempiendo al quale soltanto qualcosa può diventare oggetto per la coscienza: la *riflessione* sull'unità, che è il risultato del rivolgimento su di sé del processo di unificazione del contenuto percettivo sintetizzato nei diversi processi di elaborazione neurale. Occorre cioè la presenza di quello che gli scolastici chiamavano un “atto secondo”, in virtù del quale non ci si limita a percepire semplicemente un oggetto, come fa la coscienza ordinaria, ma ci si chiede *come* questo *sia* possibile, come fa la coscienza filosofica.

Là dove le scienze particolari si sono poste di fronte ai comportamenti limite dei loro oggetti di ricerca, esse si sono spinte a volgere la propensione “accumulativa” nei confronti del sapere (tesa all'accrescimento del potere predittivo dei modelli della realtà, dove la generalizzazione va di pari passo all'estensione dell'applicazione empirica), in un'attitudine riflessiva riguardo allo stesso. L'attitudine “filosofica”, che l'indagine scientifica ha acquisito quando ha volto i propri passi alla riflessione intorno ai propri oggetti di ricerca, ha fatto sì che il suo avanzare (quasi mai lineare e ritmicamente omogeneo, ma più spesso in lotta contro vicoli ciechi e interpretazioni fallimentari) si arrestasse. In questo caso, l'espansione quantitativa o “orizzontale” dei contenuti della conoscenza scientifica ha lasciato spazio

all'approfondimento qualitativo o "verticale" sul suo stesso statuto. È significativo notare che, il più delle volte, una tale attitudine è sorta "dal basso", ossia dagli studi empirici che hanno dato luogo a risultati insospettabili. Sono stati dunque gli scienziati ad avere avuto spesso il merito di problematizzare conoscenze note solo da tempi recenti, e sulle quali poi il filosofo, pur non avendo lavorato direttamente "sul campo", ma acquisendone i risultati, ha potuto talora avventurarsi nella ricerca di spiegazioni esaurienti.

6. Conclusioni finali

I risultati neuroscientifici odierni aprono spiragli di comprensione inediti e di primaria importanza, soprattutto per quanto riguarda la coerenza e l'integrazione dell'esperienza soggettiva. Relativamente alla tematica del tempo, la riflessione scientifico-filosofica trova difficoltà non secondarie di fronte alle aporie scaturite dalle conquiste neuroscientifiche, che sovvertono profondamente non solo la comprensione ordinaria del tempo, ma anche la nozione che di esso la riflessione filosofica ha via via formulato negli ultimi anni di scoperte neuroscientifiche.

Le modalità della messa in forma *temporale* degli eventi mostrano di soggiacere a meccanismi intrinsecamente autogenerati, a processi predittivi di tipo *top-down*, nonché a modi neuronali di elaborazione prioritari e indipendenti dall'esperienza, i quali non trovano negli apparati concettuali esistenti una spiegazione filosofica appropriata e coerente. È da tale aporeticità che è scaturito il mio desiderio di fornire ai "dati" scientifici una fondazione filosofica che partisse da una comprensione anzitutto fenomenologica degli stessi, la quale si volge a "ciò che si dà" in quanto tale per rinvenirne il puro scheletro strutturale e processuale. Ho ridotto all'essenza le determinazioni neurali che sottendono l'elaborazione sensoriale degli *input* senso-motori, rinvenendo così le strutture fondamentali dei modi soggettivi di rapportarsi all'esteriorità.

Le neuroscienze attestano modalità soggettive di in-formare non solo gli eventi che si danno nel mondo, ma *il tempo stesso* quale determinazione fondamentale degli eventi e della stessa soggettività. Questa mostra infatti di possedere non solo un potere eminentemente

costituente nei confronti dell'esperienza, ma di avere in sé la facoltà di sottomettere a sé anche il tempo, in vista della costituzione di un'esperienza coerente e dotata di senso. Al di sotto del fattore *temporale*, più volte colto nella tradizione filosofica come il nucleo generatore della soggettività, abbiamo rinvenuto dunque una struttura più fondamentale: la *sensatezza* dell'esperienza è ciò al cui prezzo la soggettività non si risparmia dal generare “distorsioni” percettive – distorsioni che si rivelano tali solo nel *confronto* tra l'esperienza soggettiva e la (presunta) “realtà” dei “fatti”.

Gli atti di retroazione, di pre- e postdatazione, e di attrazione temporale mostrano infatti di essere al servizio della *sensatezza* dell'esperienza non nonostante, bensì in virtù del sovvertimento radicale di tutti i modi di comprensione della temporalità esistenti. Il tempo lineare, unidirezionale, o anche circolare (ma pur sempre lineare), tematizzato nella tradizione scientifico-filosofica del passato e del presente, mostra infatti di non essere più sufficiente per rendere conto in modo adeguato di ciò che i risultati neuroscientifici ci pongono davanti agli occhi. La linearità del tempo è disgregata dai modi soggettivi di retrodatare, pre-datare e post-datare gli eventi attraverso atti di coscienza a-temporali, i quali, operando *sul* tempo, mostrano di non essere assoggettati *al* tempo, mentre le operazioni di attrazione temporale sradicano in modo sostanziale l'idea di un tempo isocrono, che segua la “freccia del tempo” procedente dal passato, su cui sprofonda il presente, il quale si protende verso il futuro.

L'apertura del soggetto sui due modi temporali (passato e futuro), verso cui si protende il presente, può dunque essere mantenuta solo a patto di riconoscervi una struttura che non si limita a determinare gli eventi secondo il “prima” e il “poi”, ma che ne sovverte l'ordine stesso, per ricrearvene uno che non è sottomesso ad alcuna linearità, ma in cui passato, presente e futuro si intrecciano in una figura impossibile, indescrivibile attraverso gli apparati concettuali di cui si era in possesso. Per questo motivo, ho intravisto nella *sensatezza* dell'esperienza *costituita* la cifra più propria dell'umano, nella misura in cui il potere costituente della soggettività determina non solo l'esteriorità secondo le strutture sue proprie, ma determina *la soggettività stessa* in-vista-di una costituzione dell'esperienza come un tutto integrato e coerente. Unità, coerenza, integrazione, interconnessione sono aspetti certo salienti dell'esperienza, i quali però rimandano a qualcosa di più profondo, rispetto al quale essi

sfumano e si distorcono fino a sembrare illusori agli occhi dello scienziato.

La prospettiva trascendentale ci ha poi consentito di passare dai dati ultimi, prodotti in sede sperimentale, alle loro *condizioni di possibilità*. L'analisi fenomenologica è sfociata naturalmente nella prospettiva trascendentale, la quale soltanto, a nostro avviso, consente di rinvenire lo sfondo concettuale originario del darsi dei fenomeni di temporizzazione dell'esperienza nella loro globalità. Le aporie che sorgono nel confronto tra analisi sperimentale e coscienza soggettiva della percezione e dell'azione mi hanno condotta a delineare un nuovo campo interpretativo dei risultati neuro scientifici (che potrebbe essere detto "neurotrascendentale"), in virtù delle quali è possibile rendere conto di come le "distorsioni" del tempo percepito sorgano dal confronto *intersoggettivo* di diverse concretizzazioni *prospettiche*, o, se si vuole, di differenti poli soggettivi (i volontari dell'esperimento e gli scienziati) intesi a cogliere lo *stesso fenomeno unitario*, che mostra di costituirsi *dietro* all'apparente eterogeneità di tempo soggettivo e tempo oggettivo. Se non si vuole permanere in un'irrimediabile dualismo tra tempo vissuto e tempo degli orologi, occorre infatti andare alla radice di ciò che lo rende *possibile*, e ciò che può eliminare il dualismo è proprio una considerazione che tenga conto del carattere intersoggettivo del *setting* sperimentale, in cui le "distorsioni" sorgono solo se si tengono separati i diversi *soggetti* ivi presenti, ma in cui, al tempo stesso, il medesimo fenomeno temporale (l'evento sensoriale e la presa di coscienza dello stesso) si pone di fronte agli occhi di chi tenga insieme le due prospettive.

6.1. Tempo, soggetto, esperienza

Nel I capitolo, l'interrogativo fondamentale, relativo a come si generi un'esperienza temporale stabile e continua a fronte delle "distorsioni" che emergono comparando i riferimenti soggettivi sul tempo vissuto e i tempi neurali registrati sperimentalmente, è stato analizzato da un punto di vista trascendentale, ritrovando nell'unità *a priori* della coscienza la *condizione di possibilità* del darsi di un'esperienza stabile e senza soluzione di continuità. Il rinvenimento di questa condizione di possibilità non mi ha concesso di esimermi dal pensare la

soggettività come originariamente e intenzionalmente protesa a qualcosa d'altro da sé, in atti di temporizzazione degli eventi in cui vengono celati alla nostra coscienza i “buchi” percettivi inevitabilmente presenti, data la struttura neurofisiologica degli apparati percettivi e sensoriali.

Nel II capitolo, i processi inconsci che ci consentono di disporre gli eventi in un ordine coerente sono stati analizzati nell'ambito dell'azione, in cui la precedenza temporale dell'attivazione neurale rispetto alla presa di consapevolezza dell'intenzione di agire mina alla radice la nostra “sensazione” di essere agenti *liberi* di agire conformemente alla nostra *volontà cosciente*. Lasciando agire anche qui la prospettiva trascendentale, abbiamo ritrovato uno spazio adeguato per l'esercizio della libertà in senso pieno, la quale non può essere ridotta a ciò che gli sperimentatori colgono nell'istantanea e parcellizzata durata di atti motori semplici come la flessione di un dito. Ho rinvenuto inoltre nell'universalizzabilità della nozione kantiana di “massima” il terreno adeguato per l'esercizio della libertà, che non si gioca sull'alternativa tra un “sì” e un “no”, ma che costituisce l'ambito più proprio del manifestarsi della soggettività nel pieno possesso delle sue facoltà.

Dal punto di vista *empirico*, la considerazione pensante delle “distorsioni” temporali nel mondo dell'agire non può esimersi dall'assumere la *motilità* propria come elemento costituente dell'apprensione dell'intenzionalità pratica. In altre parole, in quanto veicolo dell'apprensione dei percetti, la coscienza del corpo proprio si rivela come parte essenziale dei processi di temporalizzazione, e ciò in virtù della capacità, che essa rende possibile, di *aver a che fare* con gli oggetti di percezione. Nel III capitolo abbiamo ritrovato nel carattere attivo (pratico) l'ambito più proprio della soggettività, nella misura in cui non v'è percezione che non implichi un'azione – e viceversa. L'orientamento implicito nel porsi stesso della corporeità polarizza il mondo e rende tutti gli oggetti di conoscenza dei *manipulanda*, che solo in quanto tali possono relazionarsi alla soggettività.

L'attrazione temporale tra l'intenzione percepita per l'azione e l'inizio delle sue conseguenze sensoriali, che è emersa in sede sperimentale, ha *sensu proprio* perché la soggettività *attrae* originariamente *a sé* tutto ciò che accade in virtù di se stessa, confermandosi così come l'autrice fondamentale del suo proprio mondo. In questo allontanare o avvicinare gli eventi a sé *nel tempo* la soggettività modifica se stessa in conformità al significato che ciò ha per

la propria esperienza. È in questo divario che il tempo si produce: detto altrimenti, è nella distanza tra sé e sé che la soggettività *produce* il tempo.

Dal punto di vista percettivo, la *sensatezza* dell'esperienza è resa primariamente possibile dalla sua *integrazione*. Una delle questioni più dibattute in ambito neuroscientifico – il problema del *binding* - fa proprio riferimento alla problematica che scaturisce dalla considerazione che gli apparati senso-motori di elaborazione dei percetti sono distribuiti nel tempo e nello spazio e, presi per se stessi, non ci consentono di avere dell'esperienza una rappresentazione integrata e unitaria. Nel IV capitolo, abbiamo ritrovato nuovamente in Kant l'esempio più appropriato per rendere conto di *come* le dinamiche neurali, correlate al pensiero cosciente e inconscio, rendano possibile la costituzione di una rappresentazione dell'esperienza come di un tutto integrato e coerente. Attraverso la “determinazione trascendentale di tempo” che è lo schema, la tematizzazione dell'unità trascendentale della coscienza mi ha consentito di comprendere proprio *come* l'attività intrinseca, predittiva, autogenerata e autonomamente autoorganizzatrice del cervello può disporsi di fronte agli oggetti in modo da raccogliarli in un tutto unitario e dotato di senso.

Il *binding* cognitivo è un fenomeno prettamente *temporale*. Nel V capitolo, abbiamo visto come la neurodinamica quantistica si avvicini in modo sorprendente alla filosofia trascendentale, nella misura in cui tenta di risolvere il problema del *binding* attraverso una de-temporalizzazione della coscienza, la cui unità quantistica *precede*, rendendole possibili, tutte le determinazioni frutto di processi distinti in ambito neurale. La trasfigurazione concettuale per cui le particelle, in sede di neurodinamica quantistica, “diventano” le loro stesse interazioni, è una metafora tanto bella quanto efficace per descrivere le dinamiche neuronali come espressione fenomenica di una struttura trascendentale più profonda, le cui condizioni vanno ritrovate sul piano delle strutture *a priori* della soggettività.

La coscienza come *forma atemporale* è stata ritrovata quale *condizione* del darsi di un'esperienza integrata e unitaria, mentre lo schematismo trascendentale consente di rinvenire i *modi* attraverso cui la soggettività è in grado a mettere in forma l'empirico in un tutto organizzato e coerente. E infatti, la categorizzazione neuroscientifico delle distorsioni del tempo percepito in distorsioni della durata, della successione e della simultaneità mostra di rimandare, per la sua condizione di possibilità,

alle forme *a priori* della determinazione trascendentale del tempo rispetto alle categorie della relazione. Solo le categorie schematizzate rendono possibile determinare l'esperienza secondo la durata, la successione e la reciprocità degli eventi che accadono in essa.

Sulla base di questo fondamento trascendentale, l'operazione neuroscientifica è non solo giustificata, ma anche fondata filosoficamente in virtù di un riferimento diretto ad una concettualità che si pone sul limite tra dati empirici e determinazioni *a priori* della soggettività. Durata, successione e simultaneità sono infatti non solo le modalità specifiche dell'indagine neuroscientifica sulla percezione temporale, ma anche i *modi* attraverso i quali soltanto l'individuo può informare di sé gli eventi disponendoli *nel tempo*. Questa considerazione trova il suo fondamento in una sorta di schematismo "neurofilosofico", in virtù del quale è possibile comprendere come la temporalità propria del cervello possa acquisire i mezzi per istanziarsi nell'empirico assoggettando gli oggetti alle proprie forme predittive, intrinsecamente autogenerate e autonomamente sussistenti.

Dalle aporie del tempo in sede percettiva (I capitolo) e nell'ambito dell'azione (II capitolo e III capitolo) siamo dunque passati alla considerazione del problema del *binding* (IV capitolo) in particolare dal punto di vista neurotrascendentale sull'unità coscienziale (V capitolo), attraverso un percorso che mi ha condotto a rinvenire nella *sensatezza* il carattere primario degli atti soggettivi di costituzione dell'esperienza temporale, in cui il tempo è sì una struttura fondamentale, ma una struttura che rimanda, per la sua possibilità, al *sensu* conferitogli dalla soggettività – senso che è la cifra più propria dell'umano.

6.2. Per un'ermeneutica trascendentale e fenomenologica delle aporie tra esperienza soggettiva e analisi neuroscientifica della percezione e dell'azione

Più in dettaglio, i risultati salienti in ordine agli argomenti trattati riguardano la critica del concetto di "distorsione", il senso di una costituzione della coscienza non assoggettata al tempo e, infine, l'introduzione del concetto di "presente esteso". Relativamente al primo punto, abbiamo visto come le

distorsioni emergano dal confronto tra l'esperienza soggettiva e la misurazione sperimentale dei tempi necessari a produrla. L'analisi delle teorie concettualiste e non concettualiste ci ha permesso di superare il dualismo epistemologico, dovuto alla considerazione del carattere "distorto" dell'esperienza temporale come conseguenza o di un'intuizione distorta o di una concettualità non aderente ai dati di percezione. Invece, la visione *prospettica* che abbiamo assunto, quando abbiamo considerato il *setting* sperimentale dal punto di vista *intersoggettivo*, ci ha consentito di cogliere in ciò il carattere multisfaccettato attraverso cui la temporalità *si manifesta* ai *diversi soggetti* dell'esperimento. Il tempo soggettivo *non è* un'illusione, così come il tempo "oggettivo" non è il fondamento del tempo soggettivo. Piuttosto, in modo secondario rispetto alla temporalità del vissuto individuale, il tempo isocrono e regolare sorge quale costruzione simbolica intersoggettiva, che trova nell'orologio la sua esibizione empirica e spazializzata.

Rimane dunque aperta la questione, che gli apparati concettuali considerati finora lasciano presupposta, di *come* il vissuto temporale soggettivo possa essere trasfigurato in un'esperienza coerente, il cui carattere temporale acquisisce per ciò stesso un'universalità intersoggettivamente condivisibile. In fin dei conti, a fronte del carattere "soggettivo" delle distorsioni, in quanto manipolazioni sistematiche del tempo degli orologi da parte dell'individuo, la percezione temporale in sé manifesta l'esistenza, in questa, di un "senso" per il tempo "oggettivo", il quale si esprime nell'aderenza del vissuto soggettivo al tempo degli orologi – aderenza che si esprime proprio quando il soggetto dell'esperimento è chiamato a stimare il tempo percepito per oggetti ed eventi.

Un processo come quello presentato da Kant, in quella che egli chiama "determinazione trascendentale di tempo", ha aperto l'orizzonte per comprendere *come* sia possibile, per la spontaneità soggettiva, mettere in forma il tempo in un modo che, in ogni caso, *si approssima* al tempo intersoggettivamente costituito. La privatezza dell'esperienza soggettiva è già sin dall'inizio protesa verso la *costituzione* temporale degli eventi. Delle modalità in atto in tale processo di temporizzazione l'individuo non è consapevole fino a quando, *a posteriori*, il tempo non sia esplicitamente tematizzato come oggetto di *conoscenza* nella riflessione. Il tempo soggettivamente *costituito*, d'altra parte, è un tempo

che già aderisce alla visione astratta dell'orologio, e che i neuroscienziati assumono come dato primario inerente alla soggettività. Tale "dato" è invero per noi un "risultato", acquisito in modo secondario rispetto ai processi che si possono rinvenire nel fondamento *inconscio* della costituzione temporale degli eventi.

In primo luogo, gli oggetti temporali sono appresi nella loro molteplicità fenomenica, e ciò in-vista-di una loro sintetizzazione e riunificazione in un'esperienza globale e unitaria. In secondo luogo, il molteplice dato nell'intuizione viene sintetizzato empiricamente dalla funzione che nelle neuroscienze afferisce al *binding* per sincronizzazione e che, in sede concettuale, è resa possibile da una funzione assai affine da quella che in Kant è l'immaginazione produttiva. In terzo luogo, una funzione intellettuale superiore procede all'unificazione del molteplice sintetizzato dalla funzione immaginativa, riferendolo al medesimo concetto corrispondente all'oggetto percepito. Sulla base della letteratura che sono stata in grado di affrontare, in neuroscienze tale funzione ha trovato l'avversità di quanti l'hanno negata, talora implicitamente, in quanto ritenuta non pertinente ai risultati raggiunti in sede sperimentale o, addirittura, in quanto elemento "metafisico" pericoloso per la tenuta delle interpretazioni scientifiche, talaltra esplicitamente, in quanto identificata col *cogito* cartesiano oppure col noto e vituperato *homunculus*.

In questo senso, per "presente esteso" non va intesa una durata destrutturata, priva di un "prima" e di un "poi", ma un movimento complesso, che rimane inconscio alla soggettività, in cui i neuroscienziati vedono "distorsioni" anziché processi soggettivamente protesi verso la messa in forma temporale di un'esperienza integrata e coerente. Nelle "prove generali" della costituzione dell'esperienza, il "prima" e il "poi" vengono avvicinati, allontanati, riordinati, in vista della realizzazione di una rappresentazione ambientale dotata di *sensò* e coerenza.

Inoltre, mentre in ambito neuroscientifico vi è l'attestazione *che* si dà un meccanismo di *binding* percettivo, l'indagine sulle *condizioni* riguardanti *come* ciò sia *possibile* ci ha condotti a rinvenirne il fondamento in una struttura affine all'unità trascendentale della coscienza di matrice kantiana. Questa, che pertiene alla *spontaneità originaria* della soggettività, è, di fatto, atemporale proprio perché è la *condizione* del darsi di oggetti temporali e anzi della stessa sintesi oggettuale. La ricerca delle

condizioni di possibilità dell'esperienza temporale sfocia dunque nel ritrovamento del fondamento originario del sorgere del tempo, come qualcosa che si crea nel distacco del soggetto da sé stesso proprio nel momento in cui egli *si fa* oggetto di sé – vale a dire nell'autocoscienza. L'autocoscienza, ovverosia la coscienza di sé, si dà infatti in un movimento di scissione del soggetto da se stesso, in cui la distanza tra l'Io e se stesso è colta in un autoriferimento che non conduce al solipsismo, ma che è sempre rivolto al mondo come ciò-verso-cui il cervello e, più in generale, l'individuo è già da sempre proteso⁶³².

Il senso di una costituzione della coscienza non assoggettata al tempo va dunque ritrovato non solo nelle condizioni trascendentali di possibilità dell'esperienza, ma anche delle stesse “distorsioni” che, da questo punto di vista, segnano tutti i passaggi *preliminari* rispetto al vissuto “in quanto” esperienza *costituita*. Le distorsioni risultano tali proprio in quanto in sé *pre-temporali* (e, dunque, in quanto movimenti a-temporali di messa in forma degli eventi), ossia preliminari alla costituzione del tempo come proprietà oggettiva dell'esperienza. Esse marcano i passaggi *costituenti* del percorso che conduce la soggettività a conferire all'esperienza la veste temporale cui ci riferiamo quando affermiamo di avere un “senso” del tempo che passa.

In definitiva, la credenza generale, che si può rinvenire in sede neuroscientifica, è che la soggettività percepisca in modo illusorio o, perlomeno, distorto i fenomeni temporali, mentre il tempo oggettivo degli orologi sarebbe il vero tempo di riferimento dell'umanità. Non v'è dubbio che il tempo così oggettivato sia certo uno strumento essenziale per la comunicazione tra diversi individui. Tuttavia, ho voluto capovolgere questa credenza, per restituire alla soggettività la legittimità del suo fare esperienza di qualcosa di fenomenologicamente reale. In particolare, ho voluto mostrare come, da un lato, l'individuo costituisca il tempo come una struttura ordinatrice intrinsecamente dotata di una propria “oggettività”, ossia come intersoggettivamente condivisibile: d'altro canto, lungi dall'essere un tempo “oggettivo”, quello degli orologi è un tempo già, a sua volta, *soggettivamente* costituito. Il carattere *esperienziale* del tempo degli orologi fa di esso una costruzione

⁶³² In Kant, tuttavia, la *Selbstaffektion* è ancora ben lontana dal poter essere qualificata “autocoscienza”, ma è una modificazione operata dal soggetto su se stesso che rientrerebbe piuttosto in quei processi inconsci che solo la riflessione porta a consapevolezza.

dell'individuo e, dunque, qualcosa di soggettivo almeno quanto il tempo costituito sulla base delle strutture percettive responsabili delle “distorsioni” temporali.

Dal lato della soggettività costituente, si può dire che le “distorsioni” si mostrano solo *post hoc*, e possono essere colte solo mediante una considerazione che ne sovverta l'ordine logico. Sarebbe più appropriato dire che, nei processi *costituenti* che essa mette in atto, la soggettività opera trasformazioni del materiale sensoriale attraverso la messa in atto di retroazioni, pre- e postdatazioni, attrazioni temporali dei percetti appresi, e così via; dal punto di vista dell'esperienza *costituita*, invece, la soggettività mostra di aderire a *standard* per se stessi intersoggettivi, responsabili della trasfigurazione del tempo soggettivo in un tempo eminentemente oggettivo. Se non si vuole ammettere l'illusorietà della nostra esperienza, ma la si assume in tutta la sua integrazione e coerenza, fenomenologicamente evidenti a ciascuno e da ciascuno condivisibili, allora *il tempo soggettivo diviene* per ciò stesso tempo oggettivo, mentre *il tempo degli orologi diviene tempo soggettivo*, costituito dalla soggettività attraverso processi che essa mette in atto in modo oggettivo in vista della strutturazione dell'esteriorità, quali le strutture trascendentali che rendono *possibile* il darsi dell'esperienza.

In questo rivolgimento della credenza scientifica, un'ermeneutica trascendentale e fenomenologica delle aporie che danno segno di sé nel confronto tra esperienza soggettiva e analisi neuroscientifica della temporalità ci ha condotti a rinvenire nella soggettività un potere costituente nei confronti dell'esperienza che coincide con la costituzione stessa dell'oggettività, la quale è tale solo “in quanto” informata dalla soggettività. Lungi dall'essere qualcosa di distorto o, peggio, illusorio, l'esperienza soggettiva ha fatto emergere, attraverso l'analisi sperimentale, l'esistenza di diverse procedure inconsce di costituzione dell'esperienza che, nella loro compiutezza, elevano l'esperienza a un tutto coerente e legittimamente appellabile come “oggettivo”. In ciò, soggetto e oggetto mostrano di essere assunti come opposti solo apparenti, utili certo all'indagine analitica, ma che finiscono per coincidere proprio quando la soggettività, affacciandosi al mondo, non può fare a meno di conferirgli le proprie sembianze in virtù della propria spontaneità organizzatrice e sintetizzatrice, imprimendovi le proprie forme e rendendolo con ciò quel mondo “oggettivo” di cui facciamo quotidianamente esperienza.

APPENDICE.

Apriorità ontologica o precedenza temporale? I neuroni specchio e l'agire umano

1. Azione e intersoggettività

Uno dei fattori che hanno contribuito a spiegare la capacità umana di comprendere il significato delle azioni *altrui*, rivelandosi di fondamentale importanza nella comprensione del regno dell'intersoggettività umana, è stata la scoperta, dovuta ai lavori di

Rizzolatti e colleghi, della presenza dei cosiddetti *neuroni specchio*⁶³³ (*mirror neurons*) in alcune aree cerebrali (la corteccia premotoria ventrale e il lobulo parietale inferiore) del macaco e in quelle corrispondenti del cervello umano. La scoperta ha consentito di portare alla luce il fatto che il riconoscimento delle azioni, nonché delle intenzioni altrui, è intimamente legato al nostro patrimonio motorio. Connesso ai movimenti che osserviamo negli altri individui, il sistema motorio ci abilita a comprenderne il significato senza doverlo inferire discorsivamente e senza ricorrere a ragionamenti. Questo ha permesso di formulare nuove e valide ipotesi sull'unitarietà dell'esperienza senso-motoria dell'uomo, la quale è risultata fondarsi in modo sostanziale sull'inseparabilità della comprensione del significato delle azioni altrui dalla possibilità di rappresentarle nel proprio vocabolario motorio. Il sistema *mirror* ha mostrato infatti che le medesime aree cerebrali, che sono in funzione quando un individuo *esegue* un'azione, si attivano *anche* quando tale individuo si limita ad *osservare* la medesima azione compiuta da un consimile.

Lo schema classico e unidirezionale “percezione–cognizione–movimento” trova origine nell'idea che le aree motorie della corteccia cerebrale non abbiano alcuna funzione percettiva o cognitiva, bensì meramente esecutiva. Il sistema motorio, in realtà, possiede una struttura assai più complessa, con alcune aree (frontali e parietali) strettamente connesse a quelle sensoriali uditive, visive e tattili. Inoltre, “in alcune aree vi sono neuroni che si attivano in relazione non a semplici movimenti, bensì ad atti motori finalizzati [...]. Questi neuroni appaiono in grado di discriminare l'informazione sensoriale, selezionandola in base alle possibilità d'atto che essa offre, indipendentemente dal fatto che tali possibilità vengano concretamente realizzate o meno”⁶³⁴. Ciò ha fatto pensare che, al livello corticale, il sistema motorio non elabori singoli movimenti, bensì vere e proprie *azioni*.

La differenziazione tra l'agire che ha come fine qualcosa di esterno a sé (che è il produrre) e quello che è invece un “fine in sé” (l'agire vero e proprio) è nota fin dall'antichità. Aristotele ha ben chiara tale distinzione quando, nel libro VI dell'*Etica Nicomachea*, afferma che

⁶³³ Detto anche sistema specchio, o sistema *mirror*, la sua funzione essendo il cosiddetto *mirroring*, ossia il *rispecchiare* le azioni altrui.

⁶³⁴ Rizzolatti (2006), p. 2.

altro è *produrre* qualcosa di altro da sé e altro è *agire* “per” agire, cioè senza assumere qualcosa di esteriore come fine, ma lasciando che l’azione si compia completamente in se stessa⁶³⁵. L’istanza pratica, che pur fonda entrambi i tipi di “fare”, lascia tuttavia sussistere una differenza qualitativamente incolmabile: “chiunque, infatti, produca qualcosa, la produce per un fine, e la produzione non è fine a se stessa, (ma è relativa ad un oggetto, cioè è produzione di qualcosa), mentre, al contrario, l’azione morale è fine in se stessa”⁶³⁶.

Alla luce della definizione aristotelica, risulta più chiara anche l’affermazione di Rizzolatti e Sinigaglia, secondo cui “è in questi atti, in quanto *atti* e non *meri movimenti*, che prende corpo la nostra esperienza dell’ambiente che ci circonda e che le cose assumono per noi immediatamente significato. Lo stesso rigido confine tra processi percettivi, cognitivi e motori finisce per rivelarsi in gran parte artificioso: non solo la percezione appare immersa nella dinamica dell’azione, [...], ma il *cervello che agisce* è anche e innanzitutto *un cervello che comprende*”⁶³⁷, dove tale comprensione è di natura “pragmatica, preconettuale e prelinguistica”.

1.1. Anatomia e categorizzazione dei corrispettivi neurali dei movimenti intenzionali

Grazie all’uso di sofisticate tecniche elettrofisiologiche si è osservato come, lungi dall’essere organizzata (come si riteneva a metà ‘900) in due sole aree (MI: area motoria primaria, e SMA, o MII: area motoria supplementare), la corteccia motoria contiene una costellazione di mappe funzionalmente distinte e localizzate in regioni anatomicamente assai diverse. La “corteccia frontale agranulare” è suddivisa in 7 aree, ciascuna identificata con la lettera F e seguita da un numero arabo progressivo che aumenta man mano che si procede in

⁶³⁵ Cfr. Aristotele (2003).

⁶³⁶ Ivi, p. 231.

⁶³⁷ Detto anche sistema specchio, o sistema *mirror*, la sua funzione essendo il cosiddetto *mirroring*, ossia il *rispecchiare* le azioni altrui.

⁶³⁷ Rizzolatti (2006), p. 3.

direzione rostro-caudale⁶³⁸. Ciascuno di questi circuiti anatomicamente segregati è coinvolto in una particolare trasformazione sensomotoria, ossia in una particolare “traduzione” delle proprietà sensoriali degli stimoli nelle caratteristiche motorie necessarie a manipolarli secondo il loro rispettivo uso proprio. È questo processo che conduce alla *trasformazione* sensomotoria, che associa la localizzazione degli oggetti nello spazio all’attivazione dei meccanismi motori preposti ad interagire con tali oggetti.

La *traduzione delle percezioni in movimenti*, intesi nella globalità e fluidità che li caratterizza come vere e proprie azioni, è resa possibile proprio dall’intreccio, che ha sede in F5, tra le informazioni percettive (soprattutto visive) e i comportamenti motori. Come abbiamo accennato, una proprietà sorprendente dell’area F5 è che “la maggior parte dei suoi neuroni *non codifica singoli movimenti, bensì atti motori*, cioè

⁶³⁸ In particolare, F1 indica l’area motoria primaria, mentre F6 rappresenta la corteccia premotoria, suddivisa in tre regioni – *dorsale, ventrale e mesiale*: la regione dorsale comprende le aree F2 e F7, quella ventrale le aree F4 e F5, mentre la porzione mesiale articola l’area motoria supplementare (SMA) in F3 (SMA propriamente detta) e F6 (pre-SMA). Le aree motorie anteriori (F6-F7) ricevono le principali afferenze dalla corteccia prefrontale (e si dicono perciò *aree prefronto-dipendenti*); pur non essendo connesse a F1, esse possiedono ricche connessioni alle altre aree motorie e proiettano al trono encefalico. Le aree fronto-dipendenti ricevono informazioni cognitive di ordine superiore, legate alla motivazione e alla pianificazione *temporale* delle azioni. E’ stato ipotizzato che la formazione di queste aree sia legata all’attività delle aree parieto-dipendenti nella generazione di atti motori potenziali.

Le aree motorie posteriori (F1-F5) ricevono forti afferenze dal lobo parietale (e per questo sono dette anche *aree parieto-dipendenti*); esse sono direttamente connesse a F1 e proiettano direttamente al midollo spinale, dando origine al tratto cortico-spinale; le aree parieto-dipendenti ricevono una molteplicità di informazioni sensoriali che, attraverso una serie di processi paralleli (ciascuno dei quali codifica una specifica tipologia di trasformazione sensomotoria), vengono trasformate in potenziali atti motori. A differenza delle aree anteriori, le aree posteriori ricevono una molteplicità di informazioni sensoriali, che vengono utilizzate per organizzare e controllare il movimento. Oltre a ricevere forti afferenze dalle regioni sensoriali, le aree della corteccia parietale posteriore sono dunque sede di attività neurale connessa ad atti motori, e possiedono anzi proprietà motorie analoghe a quelle delle aree della corteccia frontale agranulare: entrambe sono costituite da una molteplicità di circuiti fortemente specializzati e funzionalmente distinti, che operano parallelamente integrando le informazioni sensoriali con quelle motorie.

movimenti coordinati da un fine specifico”⁶³⁹. Inoltre, mentre la corteccia motoria primaria non accede direttamente all’informazione visiva, alcuni neuroni di F5 rispondono selettivamente *anche* a stimoli *visivi*⁶⁴⁰.

Quanto alle loro proprietà motorie, i *neuroni specchio*, che si attivano durante l’osservazione di un’azione compiuta da un consimile, sono indistinguibili dagli altri neuroni di F5. La loro peculiarità consiste in ciò, che, pur evocando un *pattern* motorio (quasi) identico a quello di un individuo che *compie* un’azione, essi, durante l’osservazione della medesima azione, si attivano per così dire solo *virtualmente* o “in potenza”, cioè non si traducono in un’azione effettiva. Le aree che contengono i neuroni specchio sono aree di intercapedine tra le regioni dell’attività premotoria e quelle preposte al riconoscimento della forma: esse non riguardano né la sola attivazione motoria, né la mera osservazione delle azioni, ma si collocano proprio al limite in cui l’atto motorio incontra l’oggetto corrispondente. Si potrebbe dire che la funzione dei neuroni specchio è in qualche modo quella di “sintetizzare” la percezione della forma e la rappresentazione del movimento.

Le due vie attraverso cui si opera il riconoscimento della forma nell’esperienza visiva (le note vie del “dove” e del “che cosa”) ospitano anche la produzione di significati, e ciò in base alla relazione

⁶³⁹ Rizzolatti (2006), p. 25.

⁶⁴⁰ Con particolare riferimento ai neuroni che implicano l’afferramento di un oggetto, si sono suddivisi in F5 due diversi tipi di neuroni: i *neuroni motori*, che scaricano sempre e soltanto durante i movimenti relativi all’afferramento, anche in assenza di luce, e i *neuroni visuo-motori*, che rispondono alla sola presentazione degli oggetti (sia essa seguita o meno da una presa effettiva) e che, oltre a mostrare una selettività motoria, sono selettivi anche dal punto di vista visivo. Questi ultimi si suddividono ulteriormente in *neuroni canonici* e *neuroni specchio*. I *neuroni canonici* rappresentano circa il 20% della popolazione neurale di F5 e hanno forti connessioni con la via visiva ventrale, che codifica il “che cosa” ed è quindi coinvolta nel riconoscimento degli oggetti e delle azioni che essi rendono possibili. I neuroni canonici sono presenti in un’area di F5 fortemente connessa all’area intraparietale inferiore (AIP). In AIP vengono convogliate le informazioni visive relative agli oggetti, in particolare la forma e l’orientamento con cui vengono presentati. I neuroni a dominanza visiva e quelli visuo-motori di AIP hanno la proprietà di rispondere selettivamente a specifici stimoli tridimensionali. Il circuito AIP-F5 appare così coinvolto nelle trasformazioni visuo-motorie necessarie all’afferramento di un oggetto.

dell'oggetto rispetto al proprio corpo. È sempre qui che, inoltre, avvengono i processi che ci consentono di collocare un oggetto nello spazio. Riferendoci a un'intuizione fondamentale di Felix Klein, sorta nell'ambito della geometria proiettiva, si potrebbe dire che il riconoscimento della forma passa necessariamente attraverso la capacità, propria del sistema visivo, di simulare il processo di trasformazione degli oggetti. I neuroni specchio si collocano proprio al crocevia tra queste due diverse vie di riconoscimento: quelle del "dove" (che rispondono al modo in cui si muove l'oggetto rispetto corpo dell'osservatore) e quelle del "che cosa" (preposte al riconoscimento della forma dell'oggetto). Riguardando l'azione osservata nell'unione inscindibile dei caratteri di movimento e forma, le aree in cui ha luogo l'attività dei neuroni specchio sono dunque anche – perlomeno limitatamente alla percezione esterna – sede della relazione tra movimento e forma.

1.2. Interno ed esterno

Da un punto di vista generale, l'ipotesi che esista un supporto neurologico, che ci consente di passare tra l'osservabile esteriore all'inosservabile interiore, sembra smentita dal fatto che la percezione non può distinguere tra esterno ed interno. Sostenere l'originaria unità del primo internarsi reciproco di soggetto e mondo sembra tanto fondamentale quanto problematico: se è solo facendo appello a livelli cerebrali superiori che l'individuo può trattare i propri "stati interni" come entità indipendenti, allora si comprende quanto sia problematico parlare, per lo stadio percettivo, di unità tra soggetto e oggetto, a meno di introdurre una categoria intellettuale che però, a questo livello, non è ancora affiorata.

Si potrebbe forse avanzare l'ipotesi che nella percezione non vi sia, in realtà, qualcosa di "esterno" come manifestazione di qualcosa di "interno", ma che tutto rimanga confinato nella mera esteriorità. Ciò non significa che si rendano ora le armi ad un realismo ingenuo, ma che occorre connotare qui i concetti di "interno" ed "esterno" in modo non intellettualistico, riportandoli a quella protensione intenzionale del soggetto sul mondo che costituisce originariamente ogni atto della soggettività. In questo senso, dire "interno" significa già dire "esterno",

in quanto l'interno intenzionale, in quanto teso sin da principio ad esteriorizzarsi, è già in-vista-di qualcosa al di fuori di sé; viceversa, l'esterno è già qualcosa che, in certo modo, è reso possibile dall'interno del soggetto come una sorta di "prolungamento" di se stesso. La separazione di interno ed esterno, di soggettivo ed oggettivo, in breve: "l'opposizione di un universo della scienza, per intero 'fuori di sé', e di un universo della coscienza come presenza totale di sé a sé si rivela insostenibile"⁶⁴¹. Essa lascia il posto alla nozione di significato come determinazione intrinseca dell'organismo che precede la costituzione di un mondo in sé e, viceversa, all'idea un'interiorità che diviene consapevole di sé attraverso il rivolgimento su sé medesima della propria capacità di protensione ad altro.

È solo isolando la percezione spazialmente e temporalmente, nel qui ed ora dell'esperienza immediata, che i due aspetti si rendono chiari nella loro illusoria separazione. Nell'atto percettivo, il movimento intenzionale è invece qualcosa di unitario, una relazione dinamica che non ha inizio più di quanto non abbia una fine nell'oggetto, poiché li costituisce entrambi in un rimando reciproco e infinito nel contingente fluire dell'esperienza. È questo *contingente fluire dell'esperienza* il "presente" cui è confinata l'attività dei neuroni specchio e l'attività cerebrale in generale.

La condizione di possibilità dell'agire dei neuroni specchio è questa potenzialità di "pre-decodificare" ciò che può diventare oggetto per noi. Ora, ciò che tali neuroni attestano non è tanto che il cervello *interpreta* le azioni che l'individuo osserva, quanto piuttosto che quest'ultimo non può agire se non a condizione di interpretare tali azioni. Da questo punto di vista, si può dire che i neuroni specchio contribuiscono a fondare la legittimità di appellarsi a un meccanismo interpretativo come a qualcosa di essenziale agli atti di pensiero connessi all'osservazione. Il soggetto umano è costituito in modo tale dal non potersi esimere dall'attribuire un *sensu* a ciò che osserva.

2. Mappe spaziali e anticipazione dell'afferramento oggettuale

2.1. Afferrare un oggetto: il concetto di "affordance" e la prossimità come "contatto anticipato"

⁶⁴¹ Merleau-Ponty (1963), p. 16.

Le risorse sensomotorie e cognitive di un individuo collaborano soprattutto nelle situazioni che implicano il perseguimento di uno scopo. Ora, l'attivazione dei neuroni di F5 è connessa all'esecuzione di azioni finalizzate (come afferrare un oggetto con la mano). Tutti i movimenti della mano sono "categorizzati" nella corteccia premotoria, che innerva la corteccia motoria e innesca l'azione disinibendo i neuroni preposti al movimento⁶⁴². Per *afferrare* un oggetto occorre innanzitutto *localizzarlo* rispetto al proprio corpo in modo da poterlo raggiungere; è poi necessario trasformare le sue proprietà geometriche in una configurazione delle dita che sia adatta alla presa. Quest'ultima funzione è svolta dall'area F5, mentre F1 è preposta al preciso controllo dei movimenti. I due atti di *raggiungere* e *afferrare* un oggetto non sono cronologicamente consecutivi, ma sono processi paralleli che si svolgono simultaneamente.

La maggior parte dei neuroni di F5 viene attivata non solo nell'esecuzione di atti motori, ma anche per via della presenza di stimoli sensoriali. Vengono qui distinti due gruppi di neuroni, quelli "somatosensoriali", e quelli "somatosensoriali e visivi" (chiamati anche

⁶⁴² L'organizzazione del movimento richiede una sequenza di attivazioni promosse dal "circuito extrapiramidale". Il circuito extrapiramidale è un anello di connessioni che inizia dalle fibre della corteccia premotoria, le quali procedono a imbuto verso una coppia di nuclei che costituiscono lo striato, il quale, a sua volta, è parte dei gangli basali – le "stazioni" del circuito extrapiramidale. Quest'ultimo proietta sul cosiddetto "globo pallido", che prosegue al talamo (cui giungono anche i flussi di informazione sensoriale), il quale infine termina nuovamente nella corteccia, proprio sulle stesse aree da cui provengono i fasci che confluiscono sul nucleo striato. Si crea così un percorso circolare (corteccia – striato – globo pallido – talamo – corteccia) attraverso cui l'informazione si dispone in flussi sincronizzati. La cosa importante è che la connessione tra lo striato (il primo nucleo sopra la corteccia) e il pallido è inibitoria, come anche quella tra il talamo e il pallido. Ciò genera un meccanismo di doppia inibizione (un'inibizione di un'inibizione), che implementa il processo ricorsivo di produzione dell'informazione cerebrale – un processo ciclico che si svolge nel tempo. Così, nel sistema nervoso un'azione inibitoria di un'inibizione equivale a una disinibizione, vale a dire ad un'eccitazione. Si può rappresentare questo meccanismo pensando al funzionamento del sistema immunitario, che ha il compito di sopprimere gli anticorpi dannosi per le cellule dell'organismo lasciando in vita (in modo negativo, inibendo l'azione, ossia *non* agendo) quelli innocui per l'organismo, in modo tale che esso sopravviva.

neuroni *bimodali*); questi ultimi presentano caratteristiche analoghe ai primi, con la differenza che vengono però attivati *anche* da stimoli *visivi*: “i neuroni bimodali di F4 rispondono allo stimoli visivo *solo* se questo è presentato nelle vicinanze del loro campo recettivo tattile, ossia entro quella porzione specifica di spazio che determina il loro *campo recettivo visivo* e che rappresenta un’estensione del *campo recettivo somatosensoriale*”⁶⁴³. Potremmo dire che “[l]a prossimità [spazio-visiva] è già contatto per anticipazione della zona del corpo che sarà toccata”⁶⁴⁴. Nell’afferrare una brocca d’acqua e una tazzina da riempire noi “non trasferiamo forme geometriche nel cervello, ma uniamo il nostro corpo alle forme degli oggetti adattandovi le mani, per poterli manipolare”⁶⁴⁵: i significati, insomma, si formano “in conformità a quanto abbiamo fatto e a quanto intendiamo fare”⁶⁴⁶ con gli oggetti che manipoliamo.

L’analisi del significato funzionale di un movimento apparentemente semplice, come l’afferrare, trova un precursore nella nozione di *affordance*⁶⁴⁷, secondo cui la percezione visiva di un oggetto è accompagnata dall’immediata selezione delle proprietà che ci consentono di interagire con esso. Lungi dall’essere mere astrazioni, tali proprietà “incarnano delle *opportunità pratiche* che l’oggetto per così dire *offre* all’organismo che lo percepisce”⁶⁴⁸. Da un punto di vista fisiologico, l’informazione visiva derivante da un oggetto innesca una molteplicità di *affordances*, che attivano selettivamente gruppi di neuroni dell’area intraparietale anteriore: queste “proposte” di azione giungono ai neuroni visuo-motori di F5, i quali non codificano più le singole *affordances*, bensì gli atti motori che vi corrispondono. In questo modo, l’informazione visiva viene tradotta in informazione motoria, destinata a concludersi nell’esecuzione effettiva di un’azione.

Le *affordances* non possono dirsi propriamente proprietà degli oggetti, ma nemmeno azioni (possibili) puramente soggettive, che potrebbero attuarsi in ogni istante dell’esperienza indipendentemente dalle coordinate in cui il soggetto si trova rispetto alle sue possibilità d’azione. Esse si costituiscono simultaneamente all’incontro percettivo

⁶⁴³ Rizzolatti (2006), p. 54.

⁶⁴⁴ Berthoz (1998), p. 78.

⁶⁴⁵ Freeman (2000), p. 36.

⁶⁴⁶ *Ibid.*

⁶⁴⁷ Cfr. Gibson (1968).

⁶⁴⁸ Rizzolatti (2006), p. 35.

tra il soggetto e l'azione osservata, rivelandosi piuttosto una possibilità che dimora tanto nel soggetto quanto nelle cose passibili di coinvolgimento esperienziale. Si potrebbe dire, sbilanciando il discorso dalla parte del soggetto, che in quest'ultimo è racchiusa sia la facoltà di rendere qualcosa un'"esperienza", sia la presenza "virtuale" di ogni oggetto che può rientrare nel campo fenomenicamente conoscibile dal soggetto.

2.2. Il "vocabolario" degli atti motori

Poiché i neuroni di F5 sono selettivi non tanto rispetto agli atti, quanto piuttosto alla loro modalità di esecuzione, si è ipotizzato "che l'area F5 contenga una sorta di *vocabolario* di atti motori, le cui *parole* sarebbero rappresentate da popolazioni di neuroni"⁶⁴⁹. Questo spiega molte cose: "[a]nanzitutto, l'esistenza di neuroni che rispondono a specifici atti motori spiega perché interagiamo con gli oggetti quasi sempre nello stesso modo. [...] Inoltre, un tale vocabolario facilita l'associazione tra questi atti e le *affordances* visive estratte dai neuroni di AIP. Infine, esso offre al sistema motorio un 'serbatoio' di azioni che è alla base di funzioni cognitive tradizionalmente attribuite ai sistemi sensoriali"⁶⁵⁰.

Come abbiamo visto, alcuni neuroni di F5 rispondono sia durante l'esecuzione di un'azione sia durante la sua osservazione, e mostrano un'elevata congruenza tra la selettività delle risposte *motorie* e quella delle risposte *visive*. Dall'analisi delle trasformazioni visuomotorie effettuate dai neuroni di F5 e AIP risulta che "il vedere che guida la mano è anche, se non soprattutto, un vedere *con* la mano, rispetto al quale l'oggetto percepito appare immediatamente codificato come un insieme determinato di *ipotesi d'azione*. La congruenza tra la selettività visiva e quella motoria dei neuroni delle aree F5 e AIP mostra, infatti, come gli atti potenziali evocati predelineino [...] un senso dell'oggetto 'visto' che concorre a determinarlo come *questo* o *quell'afferrabile* con *questa* o *quella presa*, attribuendogli così una 'valenza significativa' che diversamente non potrebbe avere"⁶⁵¹.

⁶⁴⁹ Ivi, p. 45.

⁶⁵⁰ *Ibid.*

⁶⁵¹ Ivi, p. 49.

I neuroni di F5 e AIP sembrano dunque reagire non tanto allo stimolo in quanto tale, quanto al suo *significato*. In altre parole, la nostra catalogazione degli oggetti sembra effettuarsi in base a “quanto possiamo attenderci dalla loro presenza e di quanto possiamo ottenere utilizzandoli”⁶⁵². Se “comprendere” significa “reagire a un significato”, si tratta di una comprensione non certo semantica bensì *pragmatica* dell’oggetto: la selettività dei neuroni di F5 e AIP fa infatti sì che essi reagiscano solo a quei tratti degli oggetti che rappresentano altrettante *affordances* di potenziali atti motori. L’osservazione degli atti altrui innesca un immediato coinvolgimento di aree motorie (quelle preposte all’esecuzione di quegli atti), le quali, attraverso meccanismi cognitivi pre-riflessivi, consentono di “decifrare il *significato* degli ‘eventi motori’ osservati, ossia di *comprenderli* in termini di azioni – dove tale comprensione appare priva di alcuna mediazione riflessiva, concettuale e/o linguistica, essendo basata unicamente su quel *vocabolario d’atti* e su quella *conoscenza motoria* dai quali dipende la nostra stessa capacità d’agire”⁶⁵³.

La psicologia empirica si è a lungo chiesta se i “rivelatori di caratteristiche” dell’ambiente siano innati o vengano invece acquisiti con l’esperienza. Il noto esperimento sui gattini, descritto da R. Gregory in *Eye and Brain*⁶⁵⁴, ha mostrato come “i rivelatori di caratteristiche non siano già completamente costituiti alla nascita, ma si sviluppino – o vengano “modulati” – in funzione delle stimolazioni visive che l’individuo incontra”⁶⁵⁵. Che tipo di apprendimento percettivo può aver luogo in un animale costretto a passività motoria? Se due gattini sono sottoposti ai medesimi stimoli visivi, quello lasciato libero di muoversi sviluppa una capacità percettiva propria, mentre l’altro, passivo e immobilizzato nei movimenti, per un certo periodo di tempo *rimarrà completamente cieco*. Il fatto che i gattini impediti nel movimento non sviluppino una concezione propria dello spazio indica che la formazione del sistema percettivo visivo abbisogna della capacità di compiere movimenti attivi. Se il movimento è una condizione *necessaria* allo sviluppo del sistema percettivo, se ne deduce che il meccanismo di

⁶⁵² Gregory (1998), p. 355.

⁶⁵³ Rizzolatti (2006), pp. 121-122.

⁶⁵⁴ Cfr. Gregory (1998).

⁶⁵⁵ Ivi, p. 203.

strutturazione visiva della realtà dipende anche necessariamente dalla motilità propria.

La ragione per cui l'esperienza visiva si distingue da un'altra esperienza sensoriale è una questione che “investe le basi neurali del carattere qualitativo dei nostri episodi di coscienza”⁶⁵⁶. Si potrebbe dire che il motivo per cui non possiamo spiegare l'aspetto qualitativo dell'esperienza sulla base dell'attività neurale è che “non vi è nulla nell'attività del cervello che sia propriamente visivo”⁶⁵⁷. Se sottoponiamo alcuni furetti ad un'operazione in cui colleghiamo gli occhi a porzioni cerebrali associate all'udito, non osserveremo come i furetti possano “sentire con gli occhi”, ma come, al contrario, essi siano in grado di *vedere* utilizzando la porzione cerebrale *acustica*.

Dal momento che non vi è alcuna proprietà peculiare nelle cellule della corteccia visiva che le renda tali, si potrebbe concludere che “non vi è alcuna connessione necessaria tra il carattere dell'esperienza e il comportamento di certe cellule”⁶⁵⁸. In altre parole, la duttilità delle popolazioni neuronali è tale che non esiste una “sezione” sensorialmente separata e stabilmente operante, giacché, come gli esperimenti sui furetti mostrano, la “forma” con cui il materiale sensibile viene elaborato è suscettibile a sua volta di assumere una forma diversa, se solo viene messo in corrispondenza con una classe di *sensibilia* con cui non era previsto dovesse aver a che fare.

2.3. Localizzazione della percezione e costituzione dello spazio. Esiste una mappa spaziale unica?

“La scoperta più sorprendente che riguarda l'area F4 è stata che i campi recettivi visivi della maggior parte dei neuroni bimodali restano ancorati ai rispettivi campi recettivi somatosensoriali e risultano pertanto indipendenti dalla direzione dello sguardo”⁶⁵⁹. La maggior parte dei neuroni bimodali di F4, infatti, codifica gli stimoli spaziali non rispetto alla posizione dello stimolo sulla retina, ma in base a coordinate *somatiche*. In altre parole, quando ci volgiamo verso un oggetto per

⁶⁵⁶ Noë (2010), p. 57.

⁶⁵⁷ *Ibid.*

⁶⁵⁸ *Ibid.*

⁶⁵⁹ Rizzolatti (2006), p. 56.

afferrarlo, i campi recettivi pericutanei non si muovono in funzione del nostro sguardo, bensì a seconda dei rispettivi campi recettivi somatosensoriali. La presenza di un oggetto che, in quanto interno al nostro campo di prensione, risulta per ciò stesso *afferrabile*, costituisce insieme la sua immediata localizzabilità rispetto all'arto in grado di afferrarlo (ad es. la mano), qualsiasi sia la direzione del nostro sguardo.

Questo tipo di localizzazione *anticipa* il contatto con l'oggetto: è come se la mano "sapesse" dove l'oggetto si trova prima di toccarlo e, dunque, prima di localizzarlo dal punto di vista motorio e spaziale. L'unica condizione è che la mano (o l'arto afferrante) sia sufficientemente vicina all'oggetto: in tal modo, si attiveranno i neuroni dei campi recettivi visivi, i quali non sono che un'estensione tridimensionale dei rispettivi campi recettivi cutanei. Tutto avviene come se si trattasse di uno stimolo tattile, che non implica alcun meccanismo di trasformazione delle coordinate visive in altri tipi di coordinate. I campi recettivi dei neuroni del circuito VIP-F4 codificano dunque gli stimoli in *coordinate somatiche*, e si attivano solo se l'oggetto è presente entro lo spazio circostante (Rizzolatti e Sinigaglia lo chiamano *spazio peripersonale* o *vicino*, distinto dallo *spazio extrapersonale* o *lontano*⁶⁶⁰).

Oltre a chiarire il meccanismo di trasformazione sensomotora nell'atto che localizza un oggetto afferrabile, la presenza di campi recettivi visivi in F4 e nell'area intraparietale ventrale (VIP) mette anche in questione la concezione secondo cui, nel cervello, esisterebbe una mappa spaziale unica, disponibile per usi diversi. Lungi dal formare una mappa unitaria, la rappresentazione corticale dello spazio è invece costituita dall'attivazione di circuiti sensomotori che operano in forme e modalità differenti a seconda della localizzazione dell'oggetto e dell'effettore coinvolto: "come nelle aree F5 e AIP, così in F4 e VIP vi sono neuroni che scaricano *sia* durante i movimenti attivi dell'animale *sia* in risposta a stimoli visivi"⁶⁶¹.

⁶⁶⁰ Le proprietà funzionali del circuito VIP-F4 sembrano confermate, relativamente allo spazio, dal comportamento del circuito LIP-FEF, i cui neuroni rispondono indipendentemente dalla distanza dello stimolo, e i cui campi recettivi riferiscono i movimenti a *coordinate retiniche*. Oltre a impiegare sistemi di coordinate diversi, il fatto che i due circuiti controllino diversi movimenti confermerebbe la distinzione neurofisiologica tra l'elaborazione di uno spazio *vicino* e di uno spazio *lontano*.

⁶⁶¹ Rizzolatti (2006), p. 65.

La diversità tra questi circuiti della corteccia parietale risulta difficilmente compatibile con la codifica di uno spazio unitario. Inoltre, le aree deputate all'elaborazione dell'informazione spaziale operano in modalità assai differenti l'una dall'altra, essendo diversi gli scopi nonché le regioni spaziali che le attivano. Il fatto che in entrambi i circuiti le risposte visive siano connesse all'attivazione motoria e che, inoltre, lo spazio peripersonale sia codificato in coordinate non retiniche bensì somatiche, sembra suggerire “che la scarica dei neuroni di F4-VIP non segnali semplicemente la posizione dello stimolo entro uno spazio puramente visivo, sulla base di un qualche sistema di coordinate geometriche, sia pure centrate sulla parte del corpo cui è ancorato il rispettivo campo recettivo, bensì rifletta l'evocazione di un atto motorio potenziale diretto verso quello stimolo e in grado, indipendentemente o meno dalla sua attuazione, di localizzarlo nei termini di una *possibilità d'azione*”⁶⁶².

Se, infatti, la costituzione dello spazio fosse di tipo meramente visivo, come potrebbe la facoltà visiva selezionare solo gli stimoli provenienti dallo spazio circostante al soggetto? I “*punti* dello spazio fisiologico” non sono in realtà tutti “*scopi* di vari movimenti”⁶⁶³? Lo spazio percettivo è qualcosa che il soggetto genera nella sua interazione sensomotoria col mondo: è a partire da questi movimenti che il nostro corpo *mappa* gli oggetti che incontra nell'interazione con l'ambiente. Spingendo questa considerazione fino agli estremi, potremmo affermare che tutti i possibili oggetti che occupano un certo punto nello spazio non hanno niente in comune, tranne il fatto che possiamo afferrarli (o evitarli) eseguendo un certo movimento⁶⁶⁴. È siffatto movimento che, afferrando o consentendoci di evitare lo stesso oggetto, lo localizza perciò stesso nella sua collocazione spaziale.

Come abbiamo visto, in F5 la maggior parte dei neuroni si attiva durante l'esecuzione di specifici atti motori, ma una parte di essi risponde *anche* a stimoli visivi, mostrando in ciò una forte congruenza tra le proprietà motorie e selettività visiva: essi hanno perciò un ruolo decisivo nella trasformazione dell'informazione visiva relativa ad un oggetto negli atti motori necessari per interagire con esso. È in virtù delle loro proprietà visuo-motorie che i neuroni specchio sono in grado

⁶⁶² *Ibid.*

⁶⁶³ Cfr. Mach (1905), p. 342.

⁶⁶⁴ Cfr. Poincaré (1997).

di coordinare l'*informazione visiva* con la *conoscenza motoria* dell'osservatore: "non c'è processo di controllo motorio che non implichi un meccanismo d'anticipazione, e che di conseguenza non determini una correlazione tra una certa attività neurale e gli eventuali effetti che essa comporta. [...] L'attivazione del medesimo *pattern* neurale rivela così come la *comprensione* delle azioni altrui presupponga da parte dell'osservatore la stessa conoscenza motoria che regola l'esecuzione delle proprie"⁶⁶⁵.

I neuroni specchio codificano il significato intenzionale dell'azione sin dal primo movimento della catena motoria che la costituisce. Un'azione può essere compresa a partire da un singolo movimento, giacché esso attiva nell'osservatore gli atti motori potenziali che presiedono all'esecuzione non solo di quel tal movimento, bensì dell'intera catena motoria. L'intenzione trascende qui il singolo atto: "[i]l possesso da parte di un individuo del significato dei propri atti e la conoscenza motoria che gli deriva dalla convalida delle loro possibili conseguenze appaiono così condizioni necessarie, ma anche sufficienti, per garantirgli una comprensione immediata di quelli degli altri"⁶⁶⁶. Come avviene, nel sistema dei neuroni specchio, la trasformazione dell'informazione visiva in un'opportuna risposta motoria? La funzione dei neuroni specchio localizzati nel lobo parietale inferiore e nel lobo frontale è proprio quella di tradurre in termini motori gli elementi essenziali dell'azione osservata. I neuroni specchio non codificano solo il significato delle azioni, ma anche *l'intenzione* con cui sono compiute. Ma il *significato* dell'azione non coincide forse col suo *scopo*?

L'oggettività non è data dal "cadere" degli oggetti sotto la forma della sensibilità, ma è resa primariamente possibile dalla costruzione di un mondo comune prioritario ad ogni percezione prospetticamente parziale di esso. Tale costruzione avviene attraverso una *protensione intenzionale* del soggetto verso il mondo, che è originaria e coesiste con la presenza, nella soggettività, di forme *a priori* nella soggettività in quanto Esserci che è già da sempre nel mondo cui si protende⁶⁶⁷. È vero che è il

⁶⁶⁵ Rizzolatti (2006), p. 98.

⁶⁶⁶ Ivi, p. 104.

⁶⁶⁷ Si tratta di una prospettiva per certi versi opposta rispetto a quella che predica l'oggettività dal punto di vista fisico come l'indipendenza dell'oggetto da un sistema di riferimento o, in altre parole, come l'invarianza delle proprietà dell'oggetto dal sistema di riferimento e, dunque, come la possibilità di cogliere le invarianti

cervello ad attivare i processi che servono al raggiungimento dello stato finale dell'azione, ma è altrettanto vero che il risultato della trasformazione dev'essere *anticipato* fin dall'inizio. Il passaggio dalla *rappresentabilità* alla *praticabilità* degli oggetti ci rimanda in ultima analisi alla protensione soggettiva verso la costituzione dello spazio come prioritario all'affezione della recettività e sua condizione di possibilità.

Questo spiega anche “come oggetti e spazio rimandino a una costituzione di carattere *pragmatico*, in virtù della quale i primi appaiono come *poli di atti virtuali*, mentre il secondo risulta definito dal *sistema di relazioni* che tali atti dispiegano e che trova nelle varie parti del corpo la propria misura”⁶⁶⁸. Tali processi sono altrettante *modalità d'azione*, giacché il cervello seleziona proprio quei tratti degli oggetti che determinano le possibili “prese” su di essi: la localizzazione dell'oggetto non è definita da coordinate assolute in uno spazio neutro o semplicemente “osservativo”, bensì dalle possibilità che esso offre in termini di finalità pratiche, attraverso le quali gli oggetti si rivelano *ipotesi d'azione*, non più concepibili come entità oggettivamente localizzabili in uno spazio astratto.

Affermare l'esistenza di uno spazio statico, rigidamente fissato, contraddice dunque l'organizzazione stessa dei campi recettivi visivi e la loro capacità di *anticipare* il contatto con l'oggetto. La dinamicità del coglimento spaziale degli oggetti è doppiamente confermata dal fatto che *un aumento della velocità dello stimolo in avvicinamento produce un'espansione in profondità dei campi recettivi dei neuroni bimodali*: ciò significa che, al crescere della velocità dello stimolo in avvicinamento, cresce anche l'estensione dei campi recettivi, che localizzano perciò gli stimoli ad una distanza che dipende dalla loro velocità di avvicinamento – vale a dire, dalla possibilità che essi colpiscano più o meno rapidamente il corpo.

oggettuali da ogni punto di vista. Qui, la percezione è intesa come ciò che coglie la cosa da una prospettiva che non gioca alcun ruolo rilevante nel coglimento stesso, perché lo scopo è cogliere l'invariante attraverso la prospettiva. Anche in questo caso, tuttavia, occorre immaginare le operazioni di trasformazione dell'oggetto, attraverso le quali soltanto si possono estrarre le invarianti. Con ciò, l'oggetto è già riferito al suo prototipo, in una simulazione che lo ricrea “come se” il particolare contenesse già l'universale. In altri termini, anche in sede geometrica, in cui l'oggetto è supposto sussistere di per sé e non necessita di un “osservatore”, le operazioni di trasformazione reintroducono proprio l'osservatore come elemento imprescindibile della stessa *esistenza* degli oggetti.

⁶⁶⁸ Rizzolatti (2006), p. 74.

Inoltre, in modo interessante, se l'individuo impugna uno strumento, i campi recettivi visivi si espandono fino a comprendere lo spazio circostante non solo della mano, ma *anche* dello strumento, quasi che esso fosse “incarnato” nel corpo come un suo prolungamento. Questo comporta di necessità una revisione di ciò che è considerato “vicino” o “lontano”.

Relativamente all'ampliamento del coglimento spaziale di un oggetto allo *strumento* impiegato per afferrarla, si potrebbe ricordare la grande intuizione aristotelica circa la necessità della *mediazione* in quanto struttura formale di ogni percezione sensoriale: se l'oggetto fosse a diretto contatto con la recettività corticale, non si avrebbe alcuna sensazione (si pensi al cervello umano, che sintetizza ogni qualità appresa per contatto col mondo, e che ciononostante è “insensibile” al contatto; o al PE primario di Libet, che riferisce il percepito all'indietro solo quando la stimolazione avviene in sede cutanea, ma non quando è prodotta da TMS). Tutto ciò ci conduce a concludere che, aristotelicamente “noi percepiamo effettivamente tutti gli oggetti attraverso il mezzo”⁶⁶⁹. Facendo un passo ulteriore, possiamo affermare che, affinché una sensazione possa anche solo prodursi, non solo bisogna che si produca una modificazione nella recettività del soggetto; per ogni percezione, è parimenti “necessario che esista un mezzo”⁶⁷⁰.

Non solo vi è un mezzo per la visione (l'aria), ma l'occhio stesso costituisce un elemento di mediazione. Applicando questo ragionamento alla percezione tattile, potremmo dire che non un elemento naturale (come l'aria per la visione), bensì la pelle stessa è il mezzo della percezione cutanea. Questo ci sfugge ogniqualvolta, al livello fenomenologico, abbiamo per natura la sensazione che il pensiero “tocchi” immediatamente le cose stesse⁶⁷¹. Mentre gli oggetti colti con la vista o con l'udito vengono percepiti grazie all'interposizione di un mezzo tra noi e loro, “i tangibili [gli oggetti che possiamo toccare] li percepiamo non per l'azione del mezzo, ma insieme col mezzo, come avviene a chi è colpito attraverso lo scudo: lo

⁶⁶⁹ Aristotele (2005), p. 179.

⁶⁷⁰ Ivi, p. 155.

⁶⁷¹ Il ragionamento aristotelico è chiaro: se la nostra pelle fosse ricoperta da una membrana e noi non ne fossimo consapevoli, ci ritroveremmo infatti nella stessa situazione in cui siamo attualmente, giacché trascuriamo il “mezzo” attraverso cui percepiamo per contatto gli oggetti.

scudo, infatti, non colpisce costui dopo essere stato percosso, ma avviene che entrambi siano colpiti contemporaneamente”⁶⁷². Se non sono gli “oggetti” ad agire su un corpo senziente, ma gli “intermediari”, allora bisogna riconoscere che ciò che si percepisce attraverso il tatto non è qualcosa che stia nel mondo, bensì una configurazione del mezzo stesso (la pelle, cioè, in ultima analisi, il corpo).

Questo ci consente anche di comprendere più a fondo l’affermazione, secondo cui “[u]n sistema cognitivo è un sistema la cui organizzazione determina un dominio di interazioni nel quale esso può agire in modo pertinente al mantenimento di se stesso, ed il processo di cognizione è l’effettivo (induttivo) agire o comportarsi in questo dominio. *I sistemi viventi sono sistemi cognitivi, e il vivere in quanto processo è un processo di cognizione.* [...] Il sistema nervoso espande il dominio cognitivo del sistema vivente rendendo possibili interazioni con ‘relazioni pure’; non crea cognizione”⁶⁷³. E ancora: “[i]l dominio cognitivo è l’intero dominio di interazioni dell’organismo”⁶⁷⁴, e non vi è limite alla possibilità (come processo temporale diacronico) di allargare un tale dominio cognitivo.

3. Matematizzazione, idealità e intuizione. Il carattere prospettico e “body-centered” dello spazio (e del tempo) percepito

Ciò che emerge da questi risultati è, in primo luogo, che lo spazio non si dà mai come forma astratta e priva di orientamento (come detta la matematizzazione cartesiana e newtoniana), ma come qualcosa di orientato in riferimento al nostro corpo. La matematizzazione del mondo, a partire dalla rivoluzione galileiana fino al secolo scorso, ha innalzato la geometria a parametro universale di descrizione dei corpi fisici. A fronte della trasparenza delle intuizioni geometriche, gli oggetti percepiti sono categorizzati di volta in volta in base alla loro forma approssimativa (circolare, quadrata, sinusoidale, e così via). Il carattere “approssimativo” di queste categorizzazioni potrebbe far sorgere l’idea che, ad esempio, un oggetto circolare, come un piatto, sia tale solo in modo imperfetto. Tale prospettiva sorge in genere dall’oblio del

⁶⁷² Ivi, p. 179.

⁶⁷³ Maturana (1985), p. 59.

⁶⁷⁴ Ivi, p. 87.

carattere fondamentale della percezione, oblio che, in questo caso, ci porta a misconosce l'origine percettiva dei processi che configurano in modo astratto le entità geometrici: “[t]ale matematizzazione procede innanzitutto attraverso una lettura dei corpi percepiti come corpi geometrici, dunque come figure limite di cui la datità percettiva è concepita come un’ approssimazione”⁶⁷⁵.

La visione geometrica degli oggetti inverte l'ordine della costituzione dei parametri di categorizzazione degli oggetti, ponendo al primo posto le loro configurazioni ideali, le quali, d'altra parte, sono rese possibili solo partendo dall'esperienza e, anzitutto, dall'esperienza percettiva: “[n]ella visione della fisica moderna la datità percettiva è un’ approssimazione di un’ idealità sottostante”⁶⁷⁶ che si ritiene sussistere a priori rispetto a qualsiasi momento esperienziale, in cui il soggetto “tocca con mano” le figure proprie degli oggetti. Nonostante la geometria contemporanea sia stata matematizzata senza residui, obliando il suo primario riferimento a figure percepibili, le sue nozioni fondamentali (i concetti di punto, linea, superficie e solido) non possono prescindere da una loro rappresentazione visiva. Lo stesso carattere tridimensionale dello spazio diviene comprensibile solo a partire da una riproduzione grafica che imita lo spazio dell'esperienza.

Non si tratta di un mero antropocentrismo. Se proviamo a pensare ad uno spazio privo di orientamento, la nozione di spazio ci diviene inservibile. Perché? Perché la nozione di spazio serve a determinare luoghi e distanze (serve a misurare): lo spazio non si dà se non come condizione della possibilità di porre in relazione spaziale diversi elementi. In altre parole, lo spazio è la condizione che ci consente di immaginare relazioni (statiche o dinamiche) tra i corpi. Ciò, tuttavia, è possibile solo in virtù di un’ *operazione* che li ponga in relazione reciproca: “lo spazio non si dà senza una dimensione di motilità che dispone le ‘parti’ dello spazio (luoghi) in rapporti reciproci”⁶⁷⁷. Siamo dunque lontanissimi dalla costanza e dalla neutralità dello spazio newtoniano; anzi, proprio perché il moto presuppone una posizione preliminare, a partire dalla quale esso viene determinato, è chiaro che lo spazio non è concepibile come privo di orientamento, ma come condizione della determinazione *prospettica* di entità e rapporti.

⁶⁷⁵ Zhok (2009), p. 45.

⁶⁷⁶ *Ibid.*

⁶⁷⁷ Ivi, p. 50.

Se si dimentica il rapporto che lo spazio intrattiene con la corporeità si generano diversi equivoci, come l'apparente enigmaticità relativa al fatto che, allo specchio, ad essere invertite sono destra e sinistra, ma non alto e basso. Infatti, mentre destra e sinistra sono determinazioni propriocettive, alto e basso sono anche proprietà percettive. Già la teoria della relatività aveva introdotto la necessità del punto di vista (l'agente) come termine di correlazione (misurazione) di enti: “[n]on è lo spazio in sé ad essere neutrale e sempre costante, ma è importante per le nostre pratiche nello spazio che si possa trovare un riferimento neutrale e costante”⁶⁷⁸. Le tre dimensioni non sono proprietà dello spazio, ma modi della nostra determinazione metrica delle cose. Detto altrimenti: “[n]on è che lo spazio *ha* dimensioni, ma lo spazio *diviene* spazio geometrico attraverso *atti di misurazione*, la cui composizione chiamiamo *dimensioni*”⁶⁷⁹.

3.1. L'esperienza pregressa e l'attuazione di nuovi atti motori

Sembra che i neuroni specchio si attivino solo se l'azione osservata è compresa nel “vocabolario d'atti” del soggetto. Una prova a favore di questa tesi è che, nell'afferramento a vuoto e nell'osservazione di azioni incomplete, sembra che i neuroni specchio non si attivino e che quindi l'azione nella sua globalità non sia punto compresa. Alcuni studi hanno mostrato che senza aver *già* fatto *esperienza* dell'azione che si sta osservando, i neuroni specchio non rispondono: un'azione che non sia già presente nel repertorio motorio dell'individuo risulterebbe cioè “incodificabile”. Se accettiamo questo fatto, la funzione dei neuroni specchio scala in seconda fila rispetto all'esperienza accumulata nella *storia* dell'individuo, ed è costretta a rinunciare alla pretesa di essere condizione necessaria e *sufficiente* alla comprensione delle azioni altrui.

Se, in assenza di un riferimento all'esperienza pregressa, i neuroni specchio non sono abili a riconoscere il significato delle azioni altrui, la dipendenza del riconoscimento di un'azione dal repertorio già posseduto dal soggetto, d'altra parte, limita il presunto carattere totalizzante di cui le facoltà di comprensione intersoggettiva dei neuroni specchio godrebbero. I neuroni specchio possiederebbero la facoltà non

⁶⁷⁸ Ivi, p. 51.

⁶⁷⁹ Ivi, p. 52.

già di imitare, ma innanzitutto di comprendere il significato delle azioni altrui, dove per “comprensione” non si intende qui la “consapevolezza esplicita” della relazione di somiglianza tra l’azione eseguita e quella osservata, bensì “[l’]immediata capacità di riconoscere negli ‘eventi motori’ osservati un determinato tipo d’atto, caratterizzato da una specifica modalità di interazione con gli oggetti⁶⁸⁰.

I neuroni specchio, dunque, sarebbero “alla base, prima ancora che dell’imitazione, del riconoscimento e della comprensione del significato degli “eventi motori”, ossia degli atti, degli altri”⁶⁸¹. Ciò mette in questione anche il ruolo della memoria, che sarebbe primario nel caso fosse sufficiente un indizio per “richiamare alla mente” l’insieme delle configurazioni di risposta, ma sarebbe più marginale se lo stimolo, per esser tale, dovesse corrispondere adeguatamente ad un suo “prototipo” già presente nella mente nel soggetto.

Sarebbe tuttavia un errore considerare le “parole” del “vocabolario di atti” (fuor di metafora: le azioni già eseguite) come prototipi presenti nel repertorio motorio del soggetto – un po’ come le “formule ben formate” del vocabolario logico, in quanto appunto già *formate*, perdono per ciò stesso qualsiasi pretesa di originarietà. Se, esclusa l’ipotesi che esistano prototipi di azione innati, postulassimo una facoltà “creatrice di prototipi” nel corso dell’esperienza, la questione tornerebbe a essere, da capo, per quale motivo un’azione non dia avvio alla formazione di un nuovo prototipo anziché essere associata ad uno già esistente. In altre parole, la questione si complicherebbe, giacché non si riuscirebbe a spiegare cosa riferisca alcune azioni ai prototipi esistenti, per una sorta di “somiglianza” tra essi, e cosa invece innescherebbe la formazione di un nuovo prototipo – in breve: cosa renderebbe possibile l’apprendimento per via osservativa.

Occorre inoltre considerare che, anche nel caso di azioni compiute solo a metà, la ricostituzione della parte mancante non deve fare appello a qualche sorta di “ideale della ragione”, giacché si può pensare che agisca a questo livello il meccanismo presente a livelli inferiori o più semplici, quali la percezione visiva nella sua immediatezza. Come hanno mostrato gli esperimenti guidati dalla linea interpretativa *gestaltista*, ciò che “restituisce lo sfondo” alla parzialità della nostra visione degli oggetti è opera della nostra stessa facoltà

⁶⁸⁰ Ivi, p. 96.

⁶⁸¹ *Ibid.*

percettiva. Uno dei fenomeni più noti (grazie anche agli esempi figurativi per mezzo dei quali viene spesso compreso) è il “completamento amodale”, quel fenomeno per cui due regioni distinte di un’immagine vengono viste completarsi e formare una singola superficie dietro e nonostante ciò che vi si sovrappone: tale completamento è necessario per ovviare all’occlusione che ci sottrae l’informazione relativa alle superfici della maggior parte degli oggetti del nostro panorama visivo⁶⁸². Allo stesso modo, nel caso delle azioni osservate in modo incompleto, ciò che si mostra *in toto* fin dall’inizio non è l’azione in sé, ma l’intenzione con cui viene condotta.

Oltre ad essere più esteso che nella scimmia, nell’uomo il sistema specchio codifica sia lo *scopo* dell’atto motorio che la *sequenza temporale* dei singoli atti da cui è costituito; inoltre, nell’uomo i neuroni specchio si attivano anche quando l’azione è semplicemente mimata (senza cioè che vi sia alcuna interazione con l’oggetto) e addirittura durante l’osservazione di atti intransitivi (privi di riferimento oggettuale). Possiamo paragonare la pienezza con cui l’intenzionalità si manifesta in ogni momento di un’azione allo sviluppo ontogenetico di un organismo, il quale non è scindibile in uno stadio embrionale *incompleto* e uno stadio maturo *completo*, ma esprime anzi “il divenire di un sistema che in ogni momento è l’unità nella sua pienezza”⁶⁸³. L’extrapolazione dell’immagine che esplica il fine dell’azione osservata è una operazione astratta fatta a posteriori su un’unità intenzionale che la precede, e che va dunque riconosciuta come originaria.

3.2. Rispecchiamento e intenzionalità

I neuroni specchio, come abbiamo visto, non ricopiano fedelmente l’azione osservata, ma attingono dal repertorio dell’individuo il suo modo di esecuzione. Mantenendo la metafora dello specchio, notiamo anzitutto che uno specchio è per definizione *posteriore* a ciò che riflette. Ora, ciò che viene riflesso, sia esso una copia indistinguibile dall’originale, o al contrario una deformazione arbitraria e per nulla somigliante al modello, è comunque sottoposto alla *mediazione* implicita nell’atto di stesso di riflessione. Poco importa come l’originale venga

⁶⁸² Cfr. Nakayama (1995), Guttman (2003) e Kellman (1992).

⁶⁸³ Maturana (1985), p. 142.

riprodotto, la cosa essenziale e ineliminabile è la presenza della mediazione, che apporta sempre una modifica in ciò che rispecchia. Fuor di metafora, si può dire che i neuroni specchio siano mediatori tra l'azione osservata e quella già presente nel patrimonio motorio.

La difficoltà sta nel definire la consonanza tra ciò che si osserva e ciò che viene rispecchiato senza fare riferimento ad un “preliminare coglimento” degli stati mentali altrui⁶⁸⁴, ad un repertorio innato di relazioni con gli altri o ad un'armonia prestabilita tra le menti dei soggetti che sono in gioco nel rispecchiamento. La circolarità che genera questa *impasse* di stampo meccanicistico è data dal fatto che porre l'individuo come singolarità, attribuirgli un certo bagaglio di facoltà mentali, moltiplicare gli individui e tentare infine di spiegare la consonanza delle facoltà di ogni singolo e di quelle dei suoi consimili pregiudica in partenza la possibilità di trovare una spiegazione dell'intersoggettività che eviti sia il regresso all'infinito, sia l'intervento di un *deus ex machina* che si ponga come terzo termine qualitativamente diverso dai termini primitivi che convoglierebbe in unità.

Invece, il *riconoscimento* di un'azione passa necessariamente attraverso un'*attribuzione* di senso ed è un processo eminentemente attivo e mai inerte. L'attribuzione di senso implicita nel riconoscimento di un'azione chiama in causa ciò che la soggettività ha di più proprio: l'uscir fuori di sé in verso il coglimento di un significato da conferire a qualcosa d'altro da sé. A generare il riconoscimento dell'osservato è dunque qualcosa di più che un fattore di “rispecchiamento”, veicolato dai neuroni specchio. Se non fosse così, ci si potrebbe infatti chiedere: da dove deriva la *capacità* di rispecchiare? Sembra così che non ci resti altra via che quella di ritornare all'insegnamento fenomenologico, che assume l'apertura intenzionale sul mondo come prioritaria al costituirsi di ogni contenuto conoscitivo.

3.3. L'originarietà dell'essere-nel-mondo

Sembra quasi che la costituzione di un mondo non presupponga, kantianamente, una qualche forma trascendentale soggettiva che precederebbe, rendendolo possibile, il contatto tra soggetto e mondo. Lungi dal pensare di poter legittimamente accedere al mondo

⁶⁸⁴ Cfr. Borg (2007).

subordinando la materia a forme *a priori* soggettive, si dovrebbe piuttosto dire che l'originaria "immersione nel mondo" è tale proprio perché non ha alle spalle le sue condizioni di possibilità, ma è *essa stessa condizione di possibilità* della definizione delle forme stesse del soggetto nel suo processo di costituzione dell'oggettività. In altre parole, non le forme *a priori* soggettive sono *a priori* rispetto alla possibilità dell'esperienza (mondo), ma, al contrario, l'originario essere-nel-mondo è condizione trascendentale del *formarsi* delle stesse forme soggettive che rendono poi possibile qualsiasi esperienza particolare. Infatti, se fosse necessaria una preventiva "formazione" per accedere al mondo (e le forme *a priori* kantiane della soggettività sono, in quanto *forme*, forme *formate*), l'accesso al mondo verrebbe minato proprio nella sua essenza, che è *l'immediatezza*, la co-originarietà dei termini considerati, di soggetto e mondo.

In fondo, anche parlare di accesso è fuorviante, e occorrerebbe specificare un significato di "ingresso" che non sottintenda un *passaggio* da uno stato *in sé* ad uno stato che diverrebbe *per sé* a contatto col mondo, giacché un "passaggio" implica sempre la divisione tra ciò in cui si era e ciò cui si accede, implica cioè la scissione implicita in ogni oltrepassamento di un limite. È proprio il concetto di *limite*, allora, che sembra dissolversi nell'inseparabilità nella percezione di interno ed esterno, di stimolo (materiale) e risposta (mediata dalla mente), di impulso nervoso e informazione.

D'altro canto, poiché dire percezione significa già dire percezione *di un* mondo, sembra che la differenza sia introdotta proprio al livello fondamentale dell'immediatezza, la quale, allora, avendo in sé una differenza, non è più "immediatezza". Ma proprio tale differenza andrà dissolta ai piani superiori, dei quali si ha prova, anche al livello neurale, grazie all'esistenza stessa dei neuroni specchio. È solo al livello della coscienza (quella forza che scinde e ricollega) che il mondo percepito è posto come *altro* dalla facoltà percipiente, e che si introduce l'idea di un ingresso *nel* mondo come simultanea *costituzione* di un "Sé" che sarebbe "in sé", immergendosi di tanto in tanto nel mondo "oggettivo", divenendo "per sé".

Interrogarsi poi sull'origine della somiglianza delle strutture che individui diversi, dalle loro peculiari prospettive, condividerebbero, significa dimenticare che per costituzione "simultanea" del Sé e del proprio mondo non si intende la costituzione solipsistica di un universo

privato, in cui ciò che vi è di esterno potrebbe accedere solo in un secondo momento. La costituzione di un mondo è resa possibile dalla formazione progressiva di strutture già condivise, e anzi non è pensabile se non come potenzialità che si attua solo nel suo “dislocamento” in diversi individui. Ciò significa che non vi è percezione che non si caratterizzi per qualcosa che è comune a *qualsiasi* percezione. Cosa sia questo “qualcosa”, è ciò che kantianamente potremmo chiamare l’”*a priori*” della sensibilità, e indagarlo presuppone la considerazione del suo operare originario e indiviso prima di qualsiasi atto di estraniamento, di distinzione e di allontanamento del mondo da parte del soggetto. Se è vero che, secondo l’insegnamento aristotelico, *non ogni materia* può assumere ogni forma, allora per “potenzialità” non va intesa la possibilità per un ente di attuarsi in un *qualche* modo: non *qualsiasi* cosa e non in *qualsiasi* modo, ma secondo le leggi che la *potenzialità* racchiude già in sé.

3.4. La teoria della simulazione

Si potrebbe pensare che noi comprendiamo gli stati mentali altrui “simulandoli” nel nostro cervello. La funzione di “mappatura” di tali stati si potrebbe così ascrivere al meccanismo di simulazione attraverso cui i neuroni specchio consentono al soggetto di rappresentarsi nella propria mente le azioni e intenzioni degli altri. Questa scoperta sembra addirittura fornire, “per la prima volta nella storia, una spiegazione neurofisiologica plausibile per forme complesse di cognizione e di interazione sociale”⁶⁸⁵. Questa facoltà di utilizzare il proprio vocabolario motorio per cogliere in modo automatico e non riflessivo il significato delle azioni altrui è definita “simulazione incarnata”. Tuttavia, contrariamente all’ipotesi che la consonanza intenzionale sia *generata* da questo processo di simulazione incarnata, si potrebbe pensare che quest’ultima non possa prodursi se non a patto di riconoscere il singolo come già intenzionalmente “presso l’altro”.

Ora, è vero che non si può considerare l’attività dei neuroni specchio come *causa* dell’intersoggettività. Se essi sono le condizioni neurali su cui si basano alcuni dei meccanismi dell’intersoggettività, questo loro statuto non significa che essi possiedano una priorità *causale*

⁶⁸⁵ Iacoboni (2008), p. 13.

rispetto a ciò che mediano. In altre parole, mediare un processo non coincide ancora con l'esaurire le condizioni necessarie e sufficienti per produrlo. Oltre a non essere *causa* dell'intersoggettività (come pure sembrano pensare i loro scopritori), è inoltre errato pensare ai neuroni specchio come *conseguenza* dell'intersoggettività. Il fatto che la condizione dell'essere-con-gli-altri sia ontogeneticamente più "antica" della comparsa dei neuroni specchio implica, certo, che si possa dare un mondo anche in assenza di neuroni specchio, ma, per il resto, ci indica soltanto che questi ultimi si sono potuti formare proprio nell'ambito dell'originaria collocazione degli organismi *nel* mondo, ed eventualmente come una determinazione orientata allo sviluppo dei suoi modi di attuazione a partire da una condizione originaria che conterrebbe *in potenza* i gradi delle sue future manifestazioni.

L'essere-nel-mondo non sottintende la fusione tra un mondo che attende un soggetto e un soggetto inizialmente senza mondo. Il soggetto logico non è una struttura formale soggettiva che verrebbe cronologicamente prima della sua "incarnazione" in un soggetto vero e proprio. Viceversa, non esiste alcun mondo in senso proprio prima della sua costituzione a partire da facoltà cognitive pienamente formate. Entrambi – soggetto e mondo – o esistono insieme o sono nulla. Come, nell'affermazione aristotelica, ciò che prova compassione o apprende o pensa non è l'anima, "ma l'uomo per mezzo dell'anima"⁶⁸⁶, così è proprio la *condizione* di *essere-nel-mondo* ciò che ci consente di avere esperienza di un mondo, ma solo a patto di non intendere tale relazione come *condizione* preformata, bensì come un formarsi simultaneo di essere soggetti-nel-mondo.

La simultaneità di *essere* soggetti ed essere *nel mondo* è anzitutto propria dell'atto del comprendere: "l'Esserci [il soggetto umano nella piena manifestazione delle sue facoltà] non esce da una sua sfera interiore, in cui sarebbe dapprima incapsulato; l'Esserci, in virtù del suo modo primario di essere, è già sempre 'fuori' presso l'ente che incontra in un mondo già sempre scoperto. E il determinante soffermarsi presso un ente da conoscere non è un abbandono della sua sfera interna, perché anche in questo 'esser fuori' presso l'oggetto, l'Esserci è, a bene intendere, 'dentro': cioè esiste come essere-nel-mondo che conosce. E, di nuovo, l'apprensione del conosciuto non è un ritorno nel 'recinto' della coscienza con la preda conquistata, poiché anche nell'apprendere,

⁶⁸⁶ Aristotele (2005), p. 93.

nel conservare e nel ritenere l'Esserci conoscente, *in quanto Esserci, rimane fuori*⁶⁸⁷.

3.5. Priorità filogenetica e priorità ontogenetica

Le aspettative con cui io approccio il mondo nascono sulla base di “un'appropriazione che è anteriore ontologicamente e filogeneticamente al formarsi dei neuroni specchio. Proprio perché sono da sempre presso il mondo, ho già riempito esperienzialmente la mia capacità di riconoscimento ed è grazie a questa preconditione che si

⁶⁸⁷ Heidegger (2006), p. 84. Heidegger chiama “*esistenziali*” i “caratteri d'essere dell'Esserci”, i quali debbono essere “rigorosamente distinti dalle *categorie*, che sono le determinazioni d'essere degli enti non conformi all'Esserci”: *ivi*, § 9. L'essere-nel-mondo va inteso in questo modo, e, anzi, come l'esistenziale fondamentale. Il significato del trattino (–) è dovuto al fatto che ciò che qui va inteso è un fenomeno eminentemente *unitario*. L'essere-nel-mondo, lungi dal potersi interpretare come l'esser-presente *in*, l'essere dentro una cosa presente (questo essere *in* sarebbe infatti il carattere *categoriale* proprio degli enti non conformi all'Esserci), si rivela invece un *in-essere*, che è invece un *esistenziale* costitutivo dell'essere dell'Esserci nel suo costitutivo essere-nel-mondo. Inoltre, “[s]olo la comprensione dell'essere-nel-mondo come struttura essenziale dell'Esserci rende possibile la comprensione della *spazialità esistenziale* dell'Esserci” – *ivi*, p. 77 –, e questa spazialità non ha niente a che fare con un qualcosa di oggettivo che, per quanto proiettato al di fuori dal soggetto, giacerebbe inerte a coprire lo spazio degli e tra gli oggetti. Nella sfera del conoscere, ad esempio, considerare il soggetto come qualcosa di “interiore” conduce al problema di come possa il soggetto conoscente “uscire dalla sua ‘sfera’ interna ed entrare in un'altra” – *ivi*, p. 82 –, raggiungendo un oggetto estraneo e modificato dal soggetto solo *dopo* il contatto con esso. Il conoscere rivela qui tutta la sua problematicità, quale che sia il senso dell'interno con cui si caratterizza la facoltà conoscitiva, “per il solo fatto che si pone la questione del modo in cui il conoscere esca da essa e raggiunga una ‘trascendenza’”: *ibid.* Dire che il conoscere è uno dei modi in cui l'essere-nel-mondo si manifesta può sembrare risolutivo, ma a ben vedere è una soluzione che detta l'eliminazione della stessa domanda cui dovrebbe rispondere: “[i]nfatti, quale problema resta ancora da porre se si *presuppone* che il conoscere è già presso quel mondo che può invece essere raggiunto solo nel trascendimento del soggetto?”: *ibid.* Il conoscere stesso si fonda preliminarmente in quell’“esser-già-presso-il-mondo” che è una carattere essenziale dell'esistenza umana e che la coinvolge fin dall'inizio. Ma la condizione del conoscere è che vi sia una *deficienza* dell'aver-a-che-fare col mondo. Insomma, è nella sospensione di ogni utilizzo pratico dell'ente che fa capolino la sostanzialità inerte e oggettiva delle cose *nello* spazio.

sono potuti formare i sistemi di neuroni specchio grazie ai quali può prodursi o non prodursi la simulazione incarnata a diversi livelli di ‘risonanza’⁶⁸⁸. Occorre tuttavia distinguere il repertorio *filogeneticamente* appreso da quello *ontogeneticamente* presente nell’organismo, che mi pare godano di un diverso statuto di “*apriorità*”.

Seguendo la denominazione utilizzata da H. Maturana e F. Varela, il comportamento *istintivo* deriva dalla “storia evolutiva delle specie”, mentre “le passate esperienze dell’organismo come individuo” sarebbero alla base del comportamento *abituale*: “quando sono innate, [le strutture anatomiche] dovrebbero essere considerate come le condizioni topografiche dell’attività funzionale alla sua origine, modificabili mediante l’attività stessa [...]; e quando sono acquisite, come il risultato del funzionamento più abituale”⁶⁸⁹. In questo senso l’anatomia potrebbe essere considerata come “una sezione operata sul divenire della fisiologia”⁶⁹⁰.

La distinzione non è superflua, giacché, dopo Kant, molti fraintendimenti riguardanti lo statuto di cosa significhi *a priori* soggettivo sono sorti per via della confusione o della mancata chiarezza circa la differenza tra queste due nozioni. Se i *contenuti* sensomotori cui i neuroni specchio diverrebbero abili a rispondere è influenzata dalle acquisizioni storiche della vita individuale dell’organismo, è necessario che, da un punto di vista *filogenetico*, la formazione delle *facoltà* posseduta dai neuroni specchio (la cui comparsa non si può tuttora collocare cronologicamente) sia potuta avvenire in una condizione già presente di *in-der-Welt-sein*.

La descrizione dell’apprendere in termini di comportamento passato e presente sta nel dominio cognitivo dell’osservatore; l’organismo si comporta sempre nel presente⁶⁹¹. Detto altrimenti, se i neuroni specchio sorgono quando già sussiste un mondo comune *in sé* (e non viceversa), si potrebbe dire che i neuroni specchio sono la prova del formarsi di quel *per sé* che conduce gli individui a riconoscersi originariamente come intersoggettività. Il problema è se i neuroni specchio agiscano non solo in tale riconoscimento *in sé*, ma anche nella consapevolezza (per sé) di essere lì col proprio corpo ad osservare e

⁶⁸⁸ Chiereghin (20--).

⁶⁸⁹ Merleau-Ponty (1963), p. 45.

⁶⁹⁰ *Ibid.*

⁶⁹¹ Maturana (1985), p. 71.

riconoscere l'altro. In altri termini, ci si potrebbe chiedere se servano meccanismi ulteriori per spiegare non solo il riconoscimento di un'azione intenzionata, ma anche la consapevolezza che proprio quello scopo era l'obiettivo che se ne deduce.

Il sistema *mirror* ci consente di prevedere come si concluderà un'azione. Questo, tuttavia, non contiene ancora la considerazione che quell'azione è voluta da chi l'agisce. Se abbiamo la certezza che il sistema *mirror* decodifica il primo aspetto, non ci sono evidenze che ciò valga anche per il secondo. Che noi attribuiamo un significato ad un'azione in base alla gamma delle esperienze che abbiamo avuto, rispecchiando su di esse i movimenti che vediamo, allora si può ben dire che l'uomo è un animale *semantico*. Uno dei punti in cui i neuroni specchio sembrano lasciare insolute alcune difficoltà consiste nei modi del trasferimento delle azioni che vediamo nel processo di autoattivazione del soggetto che le compie: ma non è lo stesso sapere già in anticipo, attraverso i neuroni specchio, come si concluderà l'azione, e *presupporre* che il soggetto si era *prefigurato* prima quel tale scopo? Le due funzioni sembrano tuttavia distinguersi dal punto di vista concettuale, se non anche in sede neurale. Se questa *presupposizione* del fine – facoltà più sviluppata della semplice anticipazione del fine –, fosse superflua, dovremmo infatti ammettere che la semplice lettura del comportamento altrui sarebbe sufficiente a muoversi in modo adeguato all'ambiente, senza perciò che sia necessario introdurre una facoltà di *mindreading*. Ma la comparsa di una componente di autodeterminazione non ci è forse manifestata dal nostro proprio agire, dall'esperienza che facciamo dall'interno e che non possiamo non attribuire anche all'interno dei soggetti che eseguono le azioni che osserviamo? Se il riconoscimento di un'azione altrui come intenzionale si può definire un meccanismo di *decodifica*, l'attribuzione all'altro di una preventiva determinazione di quell'atto si riferisce ad un processo di *trasferimento* o *attribuzione* all'altro di quello stesso meccanismo di *decodifica*.

3.6. Ecoprassia

Dal momento che medesime sono le regioni corticali che si attivano sia mentre si esegue un'azione, sia mentre la si osserva eseguire, cos'è che mi permette di distinguere l'attività neuronale di un'azione

“simulata” da quella che accompagna un movimento altrui vero e proprio? Cosa interviene a determinare il destino delle configurazioni motorie al bivio tra potenza e atto? Se escludiamo che i neuroni di F5 siano atti “per essenza” (quasi Motori Immobili di tutti i movimenti dell’umano agire), ma manteniamo il loro statuto potenziale rispetto all’agire concreto, cos’è allora che li attualizza, decidendo della loro sorte e di quella del comportamento?

Distinguere se la *medesima* configurazione neurale dia luogo o meno ad un atto motorio non può fondarsi sull’apparenza fenomenica, perché identificherebbe le configurazioni neurali come le *cause* delle loro esteriorizzazioni comportamentali. A meno di abbandonarci ad un processo all’infinito che, dovendo spiegare che cosa regoli il meccanismo “*on-off*” che fa scattare l’azione, ci rimanda ad un terzo termine che dovrebbe governare la scelta dell’interruttore (realizzando così solo una delle due possibilità), e così via all’infinito, sembra che non si possa uscirne senza appellarsi a funzioni mentali superiori di controllo, le quali sembrano riferirsi ad attività corticali più complesse di quelle espletate da F5. Ma questo riferimento a livelli “superiori” non è forse vittima di un pensiero “anatomico”, statico anziché dinamico, che considera le funzioni cerebrali separatamente a seconda del livello di complessità che implementano? La problematicità del meccanismo inibitorio dei neuroni specchio non può forse trovare qualche ipotesi risolutiva se evitiamo di focalizzarci sul comportamento *locale* per abbracciare il comportamento nella sua *globalità*?

Come, nella metafora aristotelica, tra le diverse figure geometriche, come anche tra i diversi tipi di anima, vi è un rapporto di consecuzione tale per cui “sempre nel termine successivo è contenuto in potenza il termine antecedente”⁶⁹², così potremmo comprendere l’inibizione non come una forza positiva che sopravvenga all’attività dei neuroni specchio, bensì come un fenomeno che pensiamo *negativamente* (e che dunque non ha realtà per se stesso) ogniqualvolta vengono “inibiti” alcuni aspetti dell’intero in quanto subordinati al tutto – senza dunque presupporre un meccanismo inibitorio ulteriore. Sostenere l’esistenza di tale meccanismo, infatti, non farebbe che ricadere nell’ipotesi dell’omuncolo, che aggiunge un ulteriore “occhio” in ordine alla scelta se mettere in atto o meno il movimento potenziale insito nelle

⁶⁹² Aristotele (2005), p. 133.

configurazioni attive dell'attività neuronale. Solo un atto originario può dar origine alla *possibilità* che qualcosa *divenga*, da potenza, atto.

Non è sufficiente sapere che l'azione cui i neuroni specchio mi preparano non può che essere la *mia*, e che essa deve svolgersi nei limiti della configurazione che ha assunto attraverso la *mia* esperienza. L'attivazione del sistema *mirror* quando l'individuo osserva un'azione che egli *non* compie è interpretabile come un atto di comprensione di quell'azione, comprensione che consiste nella possibilità di effettuarne una speculare. Occorre specificare il significato che assume qui il termine "comprensione", che va inteso come un atto precoscienziale: non è infatti necessario ripetere *consapevolmente* un'azione per sapere cosa essa voglia significare per chi la esegue. I neuroni specchio, infatti, si attivano per lo più inconsciamente, e disporre di un *pattern* d'azione attuabile in modo simile al soggetto che si osserva implica già la presenza di tale azione nel repertorio del soggetto – presenza veicolata dal suo significato che essa ha per quest'ultimo. Sembra dunque che qualsiasi oggettivazione dell'ambiente capace di far scattare processi motori avvenga sempre a partire da un *significato*, il quale giammai è scindibile da uno *scopo* intrinseco.

Sostenere che il repertorio motorio del soggetto consiste di azioni che sono *già* presenti in modo latente in esso, e che verrebbero "riattualizzate" all'occasione, rischia di cadere in una forma di innatismo che presuppone ciò che vuole spiegare. In realtà, non vige qui alcun innatismo: se per "innato" intendiamo qualcosa che non sia derivato da alcuna esperienza, allora, proprio in quanto frutto dell'esperienza, i "vocaboli" del repertorio motorio non possono assolutamente dirsi "innati". Inoltre, occorre precisare che i "vocaboli" non sono da intendere letteralmente (in modo statico) come "termini già formati" in una lingua, bensì come acquisizioni dinamiche che rendono possibili a loro volta altre acquisizioni. Più che di "vocaboli", allora, si dovrebbe parlare di "lettere" con cui poter costruire infiniti "vocaboli", proprio come con le dodici note della scala cromatica è possibile creare infiniti mondi musicali. Il repertorio è allora da intendere come l'insieme di configurazioni di attività neurale che conservano per così dire le "tracce" delle esperienze motorie passate.

Se l'apertura intenzionale all'alterità costituisce nel suo nucleo essenziale la soggettività, allora la soggettività rimanda già in principio all'intersoggettività. In questo senso, l'essere-con-gli-altri non può

considerarsi *una delle* manifestazioni dell'(inter-)soggettività vivente, giacché l'essere-con-gli-altri precede l'essere-per-sé come coscienza della propria individualità. È infatti solo nell'*interazione* che i neuroni specchio possono attivarsi, e cioè nel riconoscimento di qualcosa di familiare, di già acquisito (o di acquisibile). Se non può esservi soggettività che non sia già una soggettività *plurale*, una soggettività per così dire “rarefatta”, distributiva rispetto agli estremi concreti separabili solo logicamente da essa, allora bisogna riconoscere che *a priori* c'è simultaneamente la protensione intenzionale all'altro e l'essere-con-l'altro, dove la relazione è simultanea all'essere dei termini e alla natura della loro unità.

La nozione di “accoppiamento strutturale” introdotto da Maturana e Varela può forse coadiuvare la comprensione di questo punto: essa indica il legame che un organismo intrattiene con l'ambiente che abita. Vi è accoppiamento strutturale ogniqualvolta è mantenuto costante il rapporto tra l'organismo e il suo ambiente, dove la condotta è definita un “continuum funzionale” che, nonostante le interazioni dell'organismo con l'ambiente, lo conserva nella sua unità e individualità: “[l]a natura chiusa dell'organizzazione funzionale del sistema nervoso è una conseguenza del dominio auto-referente di interazioni dell'organizzazione vivente; ogni cambiamento di stato dell'organismo deve produrre un altro cambiamento di stato, e così via, ricorsivamente, mantenendo sempre la circolarità basilare”⁶⁹³.

È qui che si crea lo spazio per intendere la relazione tra aree cerebrali non *orizzontalmente*, considerando i soli legami cortico-corticali e non quelli *circuitali*, ma lasciando agire una logica di connessioni da intendere in maniera non (neuro)statica bensì (neuro)*dinamica*. Qui, sia i paradigmi di tipo *bottom-up* sia i modelli *top-down* lasciano il posto al concetto di circolarità, che ci costringe a considerare le parti *insieme* al tutto, di congiungere in un unico fenomeno mondo e comportamento. E ciò senza sommare i termini, ma lasciandoli essere simultaneamente in un'unità distinguibile solo da una prospettiva esterna ad essa, alienata nella sua eterogeneità da ciò che giudica come diviso.

4. Dalla comprensione come conoscenza sintetica all'apprendimento come sinteticità dell'esperienza

⁶⁹³ Maturana (1985), p. 72.

Se accettiamo l'intervento semiserio sul titolo del libro di Rizzolatti e Sinigaglia, modificandolo in "So quel che fai, *perché so quel che ho fatto*"⁶⁹⁴, occorre tentare di ricomprendere la questione fin dal suo principio, e finalizzare ad un obiettivo compiuto questo tendere ad esso senza mai afferrarlo pienamente – un po' come nell'avvicinamento asintotico della funzione di *sen 1/x* all'approssimarsi allo zero senza mai incontrarlo. Dire "so quel che fai *perché so quel che ho fatto*" implica anzitutto che, se c'è qualcosa che *non ho fatto*, non posso riconoscerlo quando un altro lo fa. Se l'unica forma di apprendimento possibile fosse quella per imitazione, allora un bambino necessiterebbe di secoli prima di imparare ad operare compiti complessi. In realtà, ciò che nell'uomo rende possibile apprendere qualcosa in generale non è una *tabula rasa* o un campo neutro e informe di possibilità, capace di accogliere in sé qualsiasi contenuto, ma qualcosa che tende sempre ad un contenuto specifico, riuscendo persino ad anticiparne in qualche misura la comparsa (si pensi a quei bambini che, senza alcuna presenza di altri parlanti da imitare, sviluppano da sé un linguaggio con caratteristiche analoghe a quelle che ha la lingua comune parlata).

Quelle che potremmo chiamare le "forme della conoscenza", tradizionalmente ritenute vuote di contenuti (e pronte a riceverli), si rivelano in ciò più creative che mai, decretando non solo il potenziale conoscibile, ma anticipandone addirittura i contenuti stessi. Lungi dall'essere possibili *conoscenze* da acquisire, sembra che i contenuti siano essi stessi possibili "messe in forma", non già del mondo, bensì delle forme stesse della soggettività. Così, l'*a priori* non è da intendere come lo statuto di ciò è stato man mano acquisito e che diventa condizione dell'apprendimento futuro, bensì come possibilità originaria di iscrizione di un mondo su di sé attraverso la selezione di ciò che del mondo può affettare il nostro sistema nervoso.

Il repertorio motorio di un organismo si costituisce nel corso di un lungo processo di filogenesi, in cui l'integrazione senso-motoria si modifica nel commercio con l'ambiente. Se è attraverso un rapporto pragmatico con l'ambiente che i significati degli oggetti e delle azioni altrui si sono potuti costituire, non si deve dimenticare che non esistono propriamente "oggetti", se non dopo un processo di formazione in cui acquisiscono un significato per il soggetto. La costituzione dell'oggettualità va di pari passo con la comprensione del suo

⁶⁹⁴ Chiereghin (20--).

significato; si potrebbe anzi dire che l'oggettualità è il prodotto della significatività. La costituzione di un mondo di oggetti è posteriore alla percezione di un mondo di significati, dove per "significato" non si intende qui la definizione discorsiva che risulterebbe da un processo intellettuale, bensì la comprensione immediata e inconscia (mi verrebbe da dire: la comprensione *motoria*) dell'azione del mondo su di noi, e viceversa. La valutazione pratica va sempre di pari passo al contatto sensoriale col mondo e, a sua volta, precede e rende possibile la valutazione o l'osservazione razionale.

Prima di costruirci il concetto di qualcosa, un insieme di configurazioni di domande e risposte verso l'ambiente viene generato in noi, e riceve una soluzione a insaputa della coscienza. L'astrazione non è mai originaria rispetto a ciò da cui astraie. Non esiste l'oggetto che possiede un significato: esistono i significati, dai quali astraiano gli oggetti; colto razionalmente, il mondo non è che una porzione selezionata astrattamente dall'insieme di qualità che intervengono nel commercio pratico del soggetto col mondo. Come è la funzione a creare l'organo, così è il significato a creare l'oggetto – e la funzione non è disgiungibile dal sostrato che la realizza nel mondo empirico.

Così, i neuroni specchio si attivano non durante l'osservazione, bensì durante la comprensione della finalità (nel mondo umano: dell'intenzionalità) di ciò che osserviamo. È vero che "la soggettività non è dapprima immersa in una torbida indifferenza nei confronti dell'ambiente, dalla quale verrebbe destata dalle provocazioni che di volta in volta il mondo-ambiente le lancia"⁶⁹⁵. Nell'affermare che la soggettività si forma a contatto con l'ambiente che è essa ad interrogare attivamente e *prima* che esso la modifichi, e che il suo essere "all'erta" *precede* ogni impatto con l'ambiente, bisogna porre attenzione ad intendere correttamente proprio il "prima". Si potrebbe infatti cadere nell'errore di intendere la priorità dell'*impatto* che la soggettività ha con l'ambiente come la priorità della *soggettività* stessa, e delle sue strutture ontologiche e gnoseologiche, sull'ambiente, che verrebbe così a collocarsi *dopo* queste ultime.

Tuttavia, *prima* di essere-nel-mondo, la soggettività *non è* ancora *soggettività*: l'organismo forma se stesso tenendo conto *fin dall'inizio* dell'ambiente che lo circonda, che lo compenetra, che contribuisce a formare le sue facoltà e le condizioni delle esperienze che farà. In

⁶⁹⁵ Ivi.

termini heideggeriani, si potrebbe dire che l'*essere presso* il mondo, in quanto “esistenziale” fondato sull'*in-essere*, non può significare l'*esser presente-insieme* di molteplici cose nel mondo: “[n]on c’è qualcosa come un ‘essere l’uno accanto all’altro’ di un Ente detto ‘Esserci’ e di un altro detto ‘mondo’”⁶⁹⁶. È dunque necessario concepire il rapporto fra i due termini in modo non esteriore, comprendendo l'essere-nel-mondo come essere-*con* il mondo, nel senso della simultaneità della loro costituzione: è questo uno dei significati della “distinzione ontologica tra l'in-essere come esistenziale e l'esser dentro’ come categoria propria delle semplici-presenze”⁶⁹⁷. Come non è corretto pensare ai neuroni specchio come entità sviluppatasi a partire dalla relazione con gli altri, altrettanto scorretto è pensare ad una protensione originaria del singolo verso la collettività che avrebbe reso possibile la loro formazione. Non è possibile confermare la comparsa *tota simul* dell'esistenza del singolo e dell'*altro*, della presenza della possibilità di formarsi-nel-mondo, se non altro perché l'inseparabilità dei termini in gioco rende assai affannoso il tentativo di risalire filogeneticamente al loro sorgere.

“Da questo essere originariamente e da sempre trasferito presso l'altro, da questa apertura intenzionale all'alterità scaturiscono la successiva ricerca e individuazione, nel repertorio di azioni possibili, già compiute nella mia storia personale, di quel pattern di attività neurale *già dotato di significato* [...]”⁶⁹⁸. Questa affermazione genera almeno due interrogativi. In primo luogo, se la comprensione di un atto non mio è preceduta dalla presenza del suo significato in me: come ha origine, a sua volta, il significato? Dal punto di vista genetico-concettuale, potremmo dire che esso sia originariamente il frutto di un “accordo originario” tra due facoltà, l'una rivolta al particolare, l'altra all'universale, oltretutto la sintesi dell'apprensione e la facoltà organizzatrice dell'intelletto di matrice kantiana⁶⁹⁹.

In secondo luogo, se l'apertura intenzionale all'alterità seleziona i possibili eventi che posso comprendere, non rischia tale apertura intenzionale di limitare il proprio ruolo alla presenza di significati già acquisiti, che tuttavia abbiamo visto essere possibili solo *dopo* e *grazie* ad

⁶⁹⁶ Heidegger (2006), p. 75.

⁶⁹⁷ Ivi, p. 77.

⁶⁹⁸ Chiereghin (20--).

⁶⁹⁹ Per un'ulteriore discussione di questo punto si veda Chiereghin (2004), pp. 281 e ss.

essa? La risposta è no, perché l'apertura intenzionale sul già acquisito è a sua volta incessante produzione di significati, che in quanto tali divengono sì acquisiti, ma non una volta per tutte, bensì in grado di modificarsi, intrecciarsi, mutare aspetto nel divenire dell'esperienza.

“Imparare, dunque, non significa mai divenire capaci di ripetere lo stesso gesto, bensì di fornire alla situazione una risposta adeguata con mezzi diversi”⁷⁰⁰. La capacità di imitare è ritenuta una prerogativa del genere umano, che ha la facoltà di *apprendere osservando*: “l'apprendimento imitativo implica l'imparare un movimento inedito per il proprio repertorio motorio tramite l'osservazione di qualcun altro che esegue quel movimento”⁷⁰¹. La difficoltà, in questa definizione, sta nel conciliare lo statuto dell'osservazione e dell'imitazione che starebbero alla base dell'apprendimento.

L'ipotesi, secondo cui la comprensione delle azioni altrui è fondata sul possesso preliminare del loro significato da parte del soggetto, implica che in assenza di esperienza pregressa (nel caso di un neonato, ad esempio) i neuroni specchio non sarebbero in grado di attivarsi. Saremmo così costretti o a negare la presenza *a priori* di un sistema *mirror*, che in questo caso non potrebbe mai giungere alla sua prima attivazione, o a difendere il carattere “trascendentale” del sistema specchio come costitutivo di quella protensione originaria verso il mondo propria dell'umano in ciascuna delle sue fasi evolutive, ammettendo con ciò che i neuroni specchio siano in grado, almeno potenzialmente, di agire fin dall'inizio, ovvero di attivarsi senza essere sottoposti alle condizioni dell'esperienza pregressa. In realtà, la questione potrebbe trovare una terza e più semplice via di risoluzione, distinguendo tra *a priori filogenetico* e *a priori ontogenetico*: il sistema *mirror* si può dire sia *a priori* sia *a posteriori*, ma non sotto lo stesso rispetto, bensì solo riferendolo rispettivamente all'individuo e alla specie⁷⁰².

Rimanendo nella metafora del vocabolario d'atti, occorre qui specificare la differenza fra il *trovare* una voce esistente e il *generarne* una nuova. Se trovare una voce già presente significa rafforzare quantitativamente il proprio bagaglio di vocaboli, produrne uno nuovo non solo significa aumentare il numero delle parole utilizzabili, ma implica il possesso di una qualche facoltà generativa. Se vi è una

⁷⁰⁰ Merleau-Ponty (1963), p. 111

⁷⁰¹ Iacoboni (2008), p. 40.

⁷⁰² Questa distinzione è stata introdotta da K. Lorenz: cfr. Lorenz (1977).

componente di apprendimento nell'imitazione, è evidente che questa non può consistere nella semplice copiatura o nel rispecchiamento di qualcosa che farebbe da modello, ma implica una facoltà che agisca alle sue spalle rendendo possibile la generazione di nuova conoscenza – prodotta da quella che Kant chiamava “immaginazione “riproduttiva”. La separazione diairetica tra carattere fondativo e statuto contributivo dei neuroni specchio è una divisione concettuale che crea un varco per una comprensione filosofica delle scoperte neuroscientifiche relative ai neuroni specchio. Un varco che, forse, potrà invitare ulteriormente i neuroscienziati a rendersi accorti del fatto che la conoscenza della tradizione filosofica può aiutare a definire meglio lo statuto delle funzioni da attribuire alle entità che (a livello neurale, ma non solo) con grande successo sono state (e vengono) scoperte.

È chiaro che l'apprendimento per imitazione attraverso i neuroni specchio è possibile solo se questi consentono al soggetto di acquisire nuova esperienza. Tuttavia, abbiamo anche detto che i neuroni specchio si attivano solo se l'atto è già presente nel vocabolario motorio del soggetto. Come si coniugano queste due affermazioni? Se i neuroni specchio si attivano solo in presenza di conoscenze motorie già possedute dal soggetto, quest'ultimo non potrà acquisirne di nuove, attraverso di essi. Viceversa, se essi consentono l'apprendimento per via imitativa, occorre ammettere che la loro funzione non sia solo quella di rispecchiamento, ma attivi capacità che il soggetto non aveva ancora reso esplicite, concretizzandole e specificandole materialmente. Se l'osservazione è uno dei mezzi attraverso cui si manifesta l'apprendimento, l'apprendimento come conoscenza *sintetica* sta o cade a seconda di cosa significhi veramente *osservare*, che non andrà inteso come una passiva visione circostanziale di uno spettacolo collocato “là fuori”.

Nel corso di alcuni esperimenti sulle scimmie, è risultato che alcuni neuroni si attivavano anche nell'osservazione di atti (eseguiti per mezzo di utensili) che loro stesse non avevano mai compiuto, ma il cui *fine* era loro ben noto. M. Iacoboni, che tuttavia riconosce in questo esperimento “la prima evidenza empirica di neuroni specchio che preferiscono azioni non comprese nel repertorio motorio dell'animale osservante”⁷⁰³, interpreta negativamente questo risultato, che può essere stato ottenuto in seguito alla ripetuta osservazione, da parte degli

⁷⁰³ Iacoboni (2008), p. 42.

animali, dell'utilizzo degli utensili da parte degli sperimentatori. Mentre nella corteccia motoria primaria (F1) viene codificato il solo movimento relativo allo strumento, i neuroni della corteccia premotoria ventrale (F5) e parte di quelli presenti in F1 codificano lo scopo distale dell'azione, indipendentemente dalle modalità attraverso cui esso viene raggiunto.

Sembra esservi una sorta di “gerarchia” tra diversi tipi di neuroni specchio. Oltre ai neuroni specchio “standard” (attivi in F5, nel lobo frontale e nell'area prefrontale del lobo parietale), vi è un sottotipo di neuroni attivi *anche* durante l'osservazione di azioni *logicamente correlate* a quella che li attiva ordinariamente. Esiste inoltre un terzo tipo di neuroni specchio, definiti neuroni specchio “super”, e che avrebbero il ruolo di controllare e modulare i neuroni specchio dei primi due tipi nell'imitazione di comportamenti complessi. L'introduzione di quest'ultima serie di neuroni sembra piuttosto una variante dell'ipotesi dell'*homunculus*, essendo formalmente identica la domanda cui non si sa rispondere: se i neuroni specchio “super” governano i neuroni specchio “standard”, *chi* governa, a sua volta, i neuroni specchio “super”?

È tuttavia nei neuroni specchio “logicamente correlati” che ritroviamo quel riferimento all'essenza intenzionale propria di ogni atto del pensiero. Stabilire la struttura della “logica teleologica”, secondo cui funzionerebbero i neuroni specchio è di vitale importanza per fare chiarezza sul problema dell'intenzionalità. Se la logica dei neuroni specchio si rivelasse di tipo abduttivo, dovremmo concedere alla mente che li possiede il possesso preventivo della conoscenza dell'insieme di norme che regolano il mondo. In assenza di tali norme, il ragionamento abduttivo non sarebbe, di volta in volta, nient'altro che un ragionamento contingente, privo di qualsiasi cognizione di *causa* (nel vero senso della parola), come un dado lanciato contro l'incrociarsi di altri dadi. Sembra piuttosto che l'apriorità dei neuroni specchio sia paragonabile alla struttura generativa della grammatica che Chomsky mostrò vigere nell'ambito del linguaggio. Il contributo che essi darebbero all'imitazione, tuttavia, richiede una spiegazione migliore di come sia possibile conciliare la conoscenza appresa per imitazione con la presenza *a priori* di ciò che la rende possibile.

È interessante notare l'estensione (che non svilupperò oltre) della funzione dei neuroni specchio a quella che Iacoboni chiama “semantica incorporata”, secondo cui i concetti linguistici sarebbero costruiti “dal

basso verso l'alto", dalle rappresentazioni senso-motorie fino ai concetti: quando parliamo, nel nostro cervello si attiverrebbero le aree motorie implicate nelle azioni di cui si sta parlando. Anche il linguaggio risulta dunque eminentemente legato alle facoltà sensomotorie della corporeità, giacché è solo per mezzo del corpo che è possibile simulare un vero e proprio movimento. Nell'ambito del linguaggio, i neuroni specchio avrebbero addirittura il ruolo "di *trasformare le azioni del nostro corpo da esperienza privata in esperienza sociale*"⁷⁰⁴. La comunicazione (che emerge dallo sposalizio di imitazione e innovazione) non è l'unica forma relazionale cui i neuroni specchio danno luogo: anche le espressioni corporee, e quindi le emozioni altrui rientrerebbero nella comprensione veicolata dai neuroni specchio. Questi producono una simulazione inconscia e non riflessiva delle espressioni altrui seguita da un invio dell'informazione così acquisita ai centri emozionali del sistema limbico, il che consentirebbe quella "sintonia" che prelude al riconoscimento dell'emozione da cui chi ci sta di fronte è talora anch'egli pervaso.

Inoltre, come non sono applicabili al pensiero le categorie mediante cui il pensiero pensa le cose, allo stesso modo le strutture formali dell'imitazione non sono a loro volta imitabili. Ciò significa che, sebbene il singolo atto possa essere soggetto ad imitazione, ciò chiama sì in causa una struttura formale soggettiva che rende possibile l'imitazione, ma tale struttura, non potendo a sua volta essere appresa per imitazione (a meno di cadere in un circolo vizioso scambiando le cause con le conseguenze), deve sussistere preliminarmente all'imitazione stessa e precedere dunque ogni *atto* concreto di imitazione.

Per concludere, la domanda sull'intersoggettività non può essere ricavata da quella sulla soggettività, giacché la condizione di possibilità della conoscenza *oggettiva* è già, in quanto struttura trascendentale, un *a priori* condiviso. Se la struttura del pensiero è la stessa per ogni sua individualizzazione "incarnata" è perché essa è calata fin dall'inizio nella pluralità delle menti pensanti. L'imprescindibilità del riferimento ad altro, proprio di ogni evento di cui il vivente sia protagonista, avvalorava dunque, sulla base dei risultati neuroscientifici, la tesi secondo cui le strutture a priori assicurano un'oggettività originariamente *plurale* in sé, non già perché essa sia implementata empiricamente sempre e comunque *con* l'altro, ma perché essa non può manifestarsi nel singolo

⁷⁰⁴ Ivi, p. 87.

individuo che come riferimento-a, come protensione intenzionale che sa il mondo *prima* di sapere se stessa, e che dunque viene esplicitata solo attraverso il rapporto con l'altro, come condizione che fa essere la cosa ciò che è. Nel riferimento-a, ciò che è identico in più individui non è né il riferimento, né la cosa intenzionata, bensì il rapporto tra i due: l'atto del *riferirsi* l'uno con l'altro.

BIBLIOGRAFIA

Alais, D., & Burr, D. (2004). The Ventriloquist Effect Results from Near-Optimal Bimodal Integration. *Current Biology*, 14(3), 257-262.

Alexander, I., Thilo, K. V., Cowey, A., & Walsh, V. (2004). Chronostasis without voluntary action. *Exp Brain Res Experimental Brain Research*, 161(1), 125-132.

Allan, L. G. (1979). The perception of time. *Perception & Psychophysics*, 26(5), 340–354.

Antony, M. V. (2001). [On the temporal boundaries of simple experiences](#). *Journal of Mind and Behavior* 22(3), 263-286.

Aristotele, & Mazzarelli, C. (2003a). *Etica Nicomachea: Testo greco a fronte*. Milano: Bompiani.

Aristotele, & Movia, G. (2003b). *L'anima*. Milano: Bompiani.

Arnold D. H. (2010), Relative Timing and Perceptual Asynchrony, in Nijhawan, R. and Khurana, B. (Eds.), *Space and Time in Perception and Action*, Cambridge University Press (pp. 254-277).

Arnold, D. H., & Yarrow, K. (2011). Temporal recalibration of vision. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 278(1705), 535–538.

Arrighi, R., Alais, D., & Burr, D. (2006). Perceptual synchrony of audiovisual streams for natural and artificial motion sequences. *Journal of Vision*, 6(3), 6-6.

Arstila, V., Lloyd, D. (2014) *Subjective time: The philosophy, psychology, and neuroscience of temporality*, Cambridge, MA : MIT Press. <http://muse.jhu.edu/books/9780262322744?auth=0>

Arstila, V., Lloyd, D. (2014). The Disunity of Time. In Arstila, V., Lloyd, D. (2014) *Subjective time: The philosophy, psychology, and neuroscience of temporality*, Cambridge, MA : MIT Press, pp. 657-664.

Agostino (1992), *Confessioni*, Torino: SEI.

Aymoz, C., & Viviani, P. (2004). Perceptual asynchronies for biological and non-biological visual events. *Vision Research*, 44(13), 1547-1563.

Baars, B. J., & Gage, N. M. (2013). *Fundamentals of cognitive neuroscience: A beginner's guide*. Amsterdam: Academic Press.

Banks, W. P. (2002). On Timing Relations between Brain and World. *Consciousness and Cognition*, 11(2), 141-143.

Bennett, J. (2004). [Time in human experience](#). *Philosophy* 79(308), 165-183.

Berthoz, A. (2000). *The brain's sense of movement*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Ed. It. Berthoz, A. (1998). *Il senso del movimento*, Milano: McGraw-Hill.

Berti, A. (2005). Shared Cortical Anatomy for Motor Awareness and Motor Control. *Science*, 309(5733), 488-491.

Binda, P., Cicchini, G. M., Burr, D. C., & Morrone, M. C. (2009). Spatiotemporal Distortions of Visual Perception at the Time of Saccades. *Journal of Neuroscience*, 29(42), 13147-13157.

Binetti, N., Lecce, F., & Doricchi, F. (2012). Time-dilation and time-contraction in an anisochronous and anisometric visual scenery. *Journal of Vision*, 12(7), 8.

Bitbol, M. (1998). Some Steps towards a Transcendental Deduction of Quantum Mechanics, *Philosophia Naturalis*, 35, 253-280. La paginazione riferita nel corso della dissertazione si riferirà al saggio presente al sito *online*: http://philsci-archive.pitt.edu/2096/1/Tr._deduction_of_QM%27_2.pdf

Bitbol, M. (2004). *Les origines de la création*. Paris: Unesco.

Bitbol, M. (2007). Ontology, Matter and Emergence, *Phenomenology and the Cognitive Science*, 6, 293-307.

Bitbol, M. (2008). Reflective Metaphysics: Understanding Quantum Mechanics From A Kantian Standpoint, *Philosophica*, 83, 53-83.

Blakemore, S.-J., Frith, Chris D., & Wolpert, Daniel M. (1999). Spatio-temporal prediction modulates the perception of self-produced stimuli. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(5), 551–559.

Blakemore, S., Wolpert, D. M., & Frith, C. D. (1998). Central cancellation of self-produced tickle sensation. *Nature Neuroscience Nat Neurosci*, 1(7), 635-640.

Blakemore, S., Wolpert, D., & Frith, C. (2000). Why can't you tickle yourself? *NeuroReport*, 11(11).

Blakemore, S., Wolpert, D. M., & Frith, C. D. (2002). Abnormalities in the awareness of action. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6), 237-242.

Block, N. (2005). Two neural correlates of consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(2), 46-52.

Block, R. A., & Gruber, R. P. (2014). Time perception, attention, and memory: A selective review. *Acta Psychologica*, 149, 129-133.

Bohr, N. (1928). The quantum postulate and the recent developments of atomic theory, *Nature*, 121: 580-590.

Bohm, D. (1980). *Wholeness and the Implicate Order*. Cornwall (UK): T.J. Press.

Bolbecker, A. R., Cheng, Z., Felsten, G., Kong, K.-L., Lim, C. C. M., Nisly-Nagele, S. J., Wang-Bennett, L. T., & Wasserman, G. S. (2002). Two Asymmetries Governing Neural and Mental Timing. *Consciousness and Cognition*, 11(2), 265-272.

Bonato, M., Zorzi, M., Umiltà, C. (2012). When time is space: Evidence for a mental time line, *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(10), 2257-2273.

Boniolo, G. (1987). La trasformazione temporale, in Boniolo, G. *Aspetti epistemologici dello spazio e del tempo*, Roma: Edizioni Borla (pp. 56-73).

Borg, E. (2007). If Mirror Neurons are the Answer, What was the Question? *Journal of Consciousness Studies*, 14(8), 5-19.

Brass, M., & Haggard, P. (2007). To Do or Not to Do: The Neural Signature of Self-Control. *The Journal of Neuroscience*, 27(34), 9141–9145.

Brass, M., & Haggard, P. (2008). The What, When, Whether Model of Intentional Action. *Neuroscientist*, 14, 319-325.

Brena, G.L. (2009). Per una rilettura degli esperimenti di Libet, in Brena, G.L. *Neuroscienze e libertà*. Padova: CLEUP (pp. 67-82).

Brogaard, B., & Gatzia, D. E. (2014). Time and Time Perception. *Topoi*, (March 2014), 257–263.

Brook, A. (1994). *Kant and the mind*. Cambridge: Cambridge University Press.

Brown, J. F. (1931). On time perception in visual movement fields. *Psychologische Forschung*, 14, 233–248.

Brown, P. and Rothwell, J. C. E. (1997). Illusions of time. *Society for Neuroscience Abstracts, 27th Annual Meeting*, 23, 1119.

Brown, S.W. (1995). Time, change, and motion: the effects of stimulus movement on temporal perception. *Percept Psychophys.*, 57, 105–116.

Bruner, J. S., & Postman, L. (1949). Perception, Cognition, And Behavior. *J Personality Journal of Personality*, 18(1), 14-31.

Bruno, A., Ayhan, I., & Johnston, A. (2012). Slowing down appears to last longer than speeding up. *Journal of Vision*, 12(9), 144-144.

Buchdahl, G. (1965). Causality, Causal Laws and Scientific Theory in the Philosophy of Kant, *British Journal for the Philosophy of Science*, 16, 187-208.

Buehner, M. J., & Humphreys, G. R. (2009). Causal binding of actions to their effects. *Psychological Science*, 20(10), 1221.

Bueti, D., & Macaluso, E. (2011). Physiological correlates of subjective time: Evidence for the temporal accumulator hypothesis, *NeuroImage*, 57(3), 1251-1263.

Burr, D., Banks, M. S., & Morrone, M. C. (2009). Auditory dominance over vision in the perception of interval duration. *Exp Brain Res Experimental Brain Research*, 198(1), 49-57.

Burr, D. C., Morrone, M. C., & Ross, J. (1994). Selective suppression of the magnocellular visual pathway during saccadic eye movements. *Nature*, 371(6497), 511-513.

Burr, D., & Morrone, C. (2006). Time Perception: Space–Time in the Brain. *Current Biology*, 16(5).

Burr, D. C., & Morrone, M. (2010). Vision: Keeping the World Still When the Eyes Move. *Current Biology*, 20(10), 442–444.

Burr, D. C., Ross, J., Binda, P., & Morrone, M. C. (2011). Saccades Compress Space, Time, and Number. *Space, Time and Number in the Brain*, 14(12), 175–186.

Burr, D., Tozzi, A., & Morrone, M. C. (2007). Neural mechanisms for timing visual events are spatially selective in real-world coordinates. *Nature Neuroscience*.

Caimi, M. (2012). The logical structure of time according to the chapter on the Schematism. *Kant-Studien*, 103(4), 415–428.

Callender, C. (2011). *The Oxford handbook of philosophy of time*. Oxford: Oxford University Press.

Campbell, F. W., & Wurtz, R. H. (1978). Saccadic omission: Why we do not see a grey-out during a saccadic eye movement. *Vision Research*, 18(10), 1297-1303.

Cantone, D. (2006). Deleuze lettore di Kant: i corsi di Vincennes, *Esercizi Filosofici* 1, 100-113.

Caputo, A. (2001). *Pensiero e affettività: Heidegger e le Stimmungen (1889-1928)*. Milano: FrancoAngeli.

Carnielli, W. A. (2010). Transcendental Philosophy and Quantum Physics, *Patrícia Kauark-Leite*, 243–267.

Cassirer, E. (1994). *Substanzbegriff und Funktionsbegriff: Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik*. Darmstadt: Wiss. Buchges. Ed. Engl. Cassirer, E. (1953). *Substance and function, and, Einstein's theory of relativity*. New York: Dover Publications.

Cavanagh, P., Hunt, A. R., Afraz, A., & Rolfs, M. (2010). Visual stability based on remapping of attention pointers. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(4), 147–153.

Chiereghin, F. (1991). *Il problema della libertà in Kant*. Trento: Verifiche.

Chiereghin, F. (2004). *L'eco della caverna. Ricerche di filosofia della logica e della mente*. Padova: Il Poligrafo.

Chiereghin, F. (2009). La coscienza: un ritardato mentale?, in Brena, G.L. *Neuroscienze e libertà*. Padova: CLEUP (pp. 37-63).

Chiereghin, F. (2011). Paradoxes of the Notion of Antedating. A Philosophical Critique to Libet's Theory of the Relationships Between Neural Activity and Awareness of Sensory Stimuli, *Journal of Consciousness Studies*, 18(3-4), 24-43.

Chiereghin, F. (20--). Le basi neurali dell'intersoggettività: che cosa rispecchiano i neuroni-specchio? I correlati neurali del riconoscimento: aporie e prospettive etiche, *di prossima pubblicazione*.

Choi, H., & Scholl, B.J. (2006), Perceiving causality after the fact: postdiction in the temporal dynamics of causal perception, *Perception*, 35(3), 385-99.

Churchland, P.S. (1981a). On the Alleged Backwards Referral of Experiences and Its Relevance to the Mind-Body Problem. *Philosophy of Science*, 48(2), 165-181.

Churchland, P.S. (1981b). The Timing of Sensations: Reply to Libet. *Philosophy of Science*, 48(3), 492-497.

Cicchini, G. M., & Morrone, M. C. (2009). Shifts in spatial attention affect the perceived duration of events. *Journal of Vision*, 9(1), 9.

Cleeremans, A., Sarrazin, J., & Haggard, P. (n.d.). Time, Action, and Consciousness. *PsycEXTRA Dataset*.

Cohen, M. (1946). *A Preface to Logic*. London: Routledge.

Colby, C., & Goldberg, M. (1992). The updating of the representation of visual space in parietal cortex by intended eye movements. *Science*, 255(5040), 90-92.

Coull, J. T., & Nobre, a C. (1998). Where and when to pay attention: the neural systems for directing attention to spatial locations and to time intervals as revealed by both PET and fMRI. *J Neurosci*, 18(18), 7426–35.

Couzens Hoy, D. (2009). *In Search of Lost Time: Kant and Heidegger*, in *The Time of Our Lives*, Oxford: The MIT Press.

Couzin, I. D. (2006). Behavioral ecology: Social organization in fission-fusion societies. *Current Biology*, 16(5), 171–173.

Cravo, A. M., Claessens, P. M. E., & Baldo, M. V. C. (2009). Voluntary action and causality in temporal binding. *Experimental Brain Research*, 199(1), 95–99.

Cravo, A. M., Claessens, P. M., & Baldo, M. V. (2011). The relation between action, predictability and temporal contiguity in temporal binding. *Acta Psychologica*, 136(1), 157-166.

Crick, F., and Koch, C. (1990), Towards A Neurobiological Theory of Consciousness, *Semin. Neurosci.*, 2, 263-275.

Crollen, V., Grade, S., Pesenti, M., & Dormal, V. (2013). A common metric magnitude system for the perception and production of numerosity, length and duration, *Frontiers in Psychology*, 4, 449-459.

Cui, H., & Andersen, R. A. (2007). Posterior Parietal Cortex Encodes Autonomously Selected Motor Plans. *Neuron*, 56(3), 552-559.

Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Putnam.

Damasio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. New York: Harcourt Brace.

Damasio, A. R. (2003). *Looking for Spinoza: Joy, sorrow, and the feeling brain*. Orlando, FL: Harcourt.

Damasio, A. R. (2010). *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. New York: Pantheon Books.

De Caro, M. (2002). *La logica della libertà*. Roma Meltemi.

Deleuze, G. (1993). Sur quatre formules poétiques qui pourraient résumer la philosophie kantienne. In Deleuze, G. (1993). *Critique et clinique*. Paris: Editions de Minuit. Ed. It. Deleuze, G. (1984), Quattro formule poetiche che potrebbero riassumere la filosofia kantiana. In Deleuze, G. (1996). *Critica e clinica*. Milano: Cortina.

Deleuze, G., & Palazzo, S. (2004). *Fuori dai cardini del tempo: Lezioni su Kant*. Milano: Associazione culturale Eterotopia.

De Luca, M., Machulla, T.-K., & Ernst, M.O. (2009). Recalibration of multisensory simultaneity: Cross-modal transfer coincides with a change in perceptual latency. *Journal of Vision*, 12(7), pp. 1-16.

De Monticelli, R. (2009). *La novità di ognuno. Persona e libertà*. Milano: Garzanti.

De Monticelli, R. (2010). Che cos'è una scelta? Fenomenologia e neurobiologia. In De Caro, M., Lavazza, A., Sartori, G., & Brass, M. (2010). *Siamo davvero liberi?: Le neuroscienze e il mistero del libero arbitrio*. Torino: Codice (pp. 109-128).

Dennett, D. C. (1992). [Temporal Anomalies of Consciousness](#). In Christen, Y., & Churchland, P.S. (eds.), *Neurophilosophy and Alzheimer's Disease*. Springer-Verlag.

Dennett, D. (2003). *Freedom Evolves*. New York: Viking Press. Ed. It. Dennett, D. (2004). *L'evoluzione della libertà*. Milano: Raffaello Cortina Editore.

De Pisapia, N., Kaunitz, L., & Melcher, D. (2010). Backward Masking and Unmasking Across Saccadic Eye Movements. *Current Biology*, 20(7), 613-617.

Desantis, A., Roussel, C., & Waszak, F. (2011). On the influence of causal beliefs on the feeling of agency. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1211-20.

Desideri, F., & Matteucci, G. (2006). *Dall'oggetto estetico all'oggetto artistico*. Firenze: Firenze University Press.

Desmaisons, D., Vincent, J., & Lledo, P. (1999). Control of Action Potential Timing by Intrinsic Subthreshold Oscillations in Olfactory Bulb Output Neurons, *19*(24), 10727–10737.

Deubel, H. (2008). The time course of presaccadic attention shifts, *Psychol. Res.* 72, 630–640.

Di Francesco, M. (2008). *Introduzione alla filosofia della mente*. Urbino: Carocci.

Dirnberger, G., Hesselmann, G., Roiser, J. P., Preminger, S., Jahanshahi, M., & Paz, R. (2012). Give it time: Neural evidence for distorted time perception and enhanced memory encoding in emotional situations, *NeuroImage*, 63(1), 591-599.

Dresp-Langley, B., & Durup, J. (2012). Does Consciousness Exist Independently of Present Time and Present Time Independently of Consciousness? *Open Journal of Philosophy*, 2(1), 45–49.

Droege, P. (2009). Now or never: How consciousness represents time. *Consciousness and Cognition*, 18(1), 78-90.

Duhamel, J., Colby, C. L., & Goldberg, M. E. (1992). The Updating of the Representation of Visual Space in Parietal Cortex by Intended Eye Movements. *Science*, 255(1990), 90–92.

Durgin, F. H., & Sternberg, S. (2002). The time of consciousness and vice versa. *Consciousness and Cognition*, 11(2), 284–290; discussion 326–333.

Dyke, H., & Bardon, A. (2013). *A companion to the philosophy of time*. Malden, MA: Wiley-Blackwell.

Eagleman, D. M. (2005a). Distortions of time during rapid eye movements. *Nature Neuroscience Nat Neurosci*, 8(7), 850-851.

Eagleman, D. M. (2005b). Time and the Brain: How Subjective Time Relates to Neural Time. *Journal of Neuroscience*, 25(45), 10369–10371.

Eagleman, D. M. (2008). Human time perception and its illusions. *Current Opinion in Neurobiology*, 18(2), 131–136.

Eagleman, D. (2010). How does the timing of neural signals map onto the timing of perception? In Nijhawan, R., & Khurana, B. (2010). *Space and time in perception and action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (pp. 216–231).

Eagleman, D. M., & Holcombe, A. O. (2002). Causality and the perception of time. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(8), 323–325.

Eagleman, D. M., & Sejnowski, T. J. (2000). Motion integration and postdiction in visual awareness. *Science (New York, N.Y.)*, 287(5460), 2036–2038.

Ebert, J. P., & Wegner, D. M. (2010). Time warp: Authorship shapes the perceived timing of actions and events. *Consciousness and Cognition*, *19*(1), 481–489.

Ebert, J. P., & Wegner, D. M. (2011). NIH Public Access, *19*(1), 481–489.

Edelman, G. M. (1987). *Synaptic function*. New York: Wiley.

Einstein, A. (1905). Zur Elektrodynamik Bewegter Körper, *Annalen der Physik*, *17*, 891–921.

Elman, J. L. (1990). Finding Structure in Time. *Cognitive Science*, *14*(2), 179–211.

Engbert, K., & Wohlschläger, A. (2007). Intentions and expectations in temporal binding. *Consciousness and Cognition*, *16*(2), 255–264.

Engbert, K., Wohlschläger, A., & Haggard, P. (2008). Who is causing what? The sense of agency is relational and efferent-triggered. *Cognition*, *107*(2), 693–704.

Engel, A. K. (2003). Temporal Binding and The Neural Correlates of Consciousness. In Cleeremans, A. (2003). *The Unity of Consciousness*. Oxford: Oxford University Press (pp. 132–152).

Engel, A. K. (2012). Temporal binding and the neural correlates of consciousness. *The Unity of Consciousness: Binding, Integration, and Dissociation*, *5*(1), 10749–10753.

Engel, A. K., Fries, P., König, P., Brecht, M., & Singer, W. (1999a). Does Time Help to Understand Consciousness? *Consciousness and Cognition*, *8*(2), 260–268.

Engel, A. K., Fries, P., König, P., Brecht, M., & Singer, W. (1999b). Temporal Binding, Binocular Rivalry, and Consciousness. *Consciousness and Cognition*, *8*(2), 128–151.

Engel, A. K., Fries, P., & Singer, W. (2001). Dynamic predictions: Oscillations and synchrony in top–down processing. *Nature Reviews Neuroscience Nat Rev Neurosci*, *2*(10), 704–716.

Engel, A.K., & Singer, W. (2001), Temporal Binding and The Neural Correlates of Sensory Awareness, *Trends in Cognitive Sciences*, 5(1), 16-25.

Enns, J.T., Lleras, A., & Moore, C. (2010), Object updating: a force for perceptual continuity and scene stability in human vision. In Nijhawan, R., & Khurana, B. (2010). *Space and time in perception and action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (pp. 503-535).

Enns, J. T., & Oriet, C. (2004). Perceptual asynchrony: Modularity of consciousness or object updating? *Journal of Vision*, 4(8), 27-27.

Falk, A. E. (2003). Perceiving temporal passage. In Chatterjee, A. (ed.), *Perspectives on Consciousness*. New Delhi: Munshiram Manoharlal.

Fano, V. 1988. How Italian Philosophy Reacted to the Advent of Quantum Mechanics in the Thirties, in Tarozzi, G., & van der Merwe, A. (eds.), *The Nature of Quantum Mechanics*. Dordrecht: Kluwer (pp.385-401).

Farisco, M. (2012). *Filosofia delle neuroscienze: Cervello, mente, persona*. Padova: Edizioni Messaggero.

Ferrari, D., & Ferrari, M. (eds.) (2001). *Consciousness in Time*. Heidelberg: C. Winter University Verlag.

Fidelman, U. (2005). Visual Search and Quantum Mechanics: A Neuropsychological Basis of Kant's Creative Imagination, *Journal of Mind and Behaviour*, 26(1-2), 23-33.

Flash-Lag Effect. (n.d.). Retrieved June 10, 2016, from <http://www.michaelbach.de/ot/mot-flashLag/index.html>

Flash-Lag Effect. (n.d.). Retrieved June 10, 2016, from <http://eaglemanlab.net/flashlag>

Flash-Lag Effect (n.d.). Retrieved June 10, 2016, from <http://plato.stanford.edu/entries/consciousness-temporal/temporal-illusions.html>

Frassinetti, F., Magnani, B., & Oliveri, M. (2009). Prismatic lenses shift time perception. *Psychological Science*, 20(8), 949–954.

Freeman, W. J. (2000). *How brains make up their minds*. New York: Columbia University Press. Ed. It. Freeman, W. J. (2000). *Come pensa il cervello*. Torino: Einaudi.

Freeman, W., & Vitiello, G. (2006). Nonlinear brain dynamics as macroscopic manifestation of underlying many-body field dynamics. *Physics of Life Reviews*, 3(2), 93-118.

Fried, I., Katz, A., McCarthy, G., & Spencer, D. D. (1991). Functional organization of human supplementary motor cortex studied by electrical stimulation. *Journal of Neuroscience*, 11, 3656–3666. La paginazione si riferisce al file in formato pdf presente al sito <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3052770/pdf/nihms263521.pdf>.

Fried, I., Mukamel, R., & Kreiman, G. (2011). Internally Generated Preactivation of Single Neurons in Human Medial Frontal Cortex Predicts Volition. *Neuron*, 69(3), 548–562.

Friedman, M. (1992). Causal laws and the foundations of natural science. In Guyer, P. (ed.), *The Cambridge Companion to Kant*. Cambridge: CUP (pp.)161-199.

Fröhlich, H. (1984). General Theory of Coherent Excitations in Biological Systems. In Adey, W. R., & Lawrence, A. F. (1984). *Nonlinear Dynamics in Biological Systems*. New York: Plenum Press.

Fronterotta, F. (2007). Che effetto fa essere un pipistrello? Il problema mente-corpo nel Timeo platonico, in Migliori, M., & Fermani, A. *Interiorità e anima: La psychè in Platone*. Milano: V & P. (pp. 89-108).

Gallagher, S., & Zahavi, D. (2012). *The phenomenological mind*. London: Routledge. Ed. It. Gallagher, S., & Zahavi, D. (2009). *La mente fenomenologica: Filosofia della mente e scienze cognitive*. Milano: Cortina.

Georg, K., & Lappe, M. (2007). Spatio-temporal contingency of saccade-induced chronostasis. *Exp Brain Res Experimental Brain Research*, 180(3), 535-539.

Ghilardi, C. (2011). *Verso una teoria integrata delle neuroscienze: Il contributo delle neuroscienze teorico-computazionali*. Roma: Carocci.

Gibbon, J., & Church, R. M. (1984). Sources of variance in an information processing theory of timing. In Roitblat, H. L., Bever, T. G., & Terrace, H. S. (1984). *Animal cognition: Proceedings of the Harry Frank Guggenheim Conference, June 2-4, 1982*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates (pp. 465–488).

Gibson, J. J. (1968). *The Senses considered as perceptual systems: James J. Gibson*. London: G. Allen and Unwin.

Gilbert, C. D., & Sigman, M. (2007). Brain States: Top-Down Influences in Sensory Processing. *Neuron*, 54(5), 677–696.

Globus, G. G., Pribram, K. H., & Vitiello, G. (2004). *Brain and being: At the boundary between science, philosophy, language and arts*. Philadelphia: John Benjamins Pub.

Goebel, R. (2011). *Lecture Notes in Artificial Intelligence Subseries of Lecture Notes in Computer Science LNAI Series Editors*.

Gödel, K. (1986). A Remark About the Relationship Between Relativity Theory and Idealistic Philosophy. In Gödel, K., & Feferman, S. (1986). *Collected works*. New York: Oxford University Press (pp. 202-206).

Goodale, M. A., & Milner, A. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15(1), 20-25.

Grasso, M. (2010). *Libero arbitrio e volontà cosciente tra filosofia e scienza cognitiva*, Tesi di Laurea, Università degli Studi di Torino, Lettere e Filosofia.

Gorea, A., & Hau, J. (2013). Time in Perspective, *Psychological Science*, 24(8), 1477-1486.

Grivel, J., Bernasconi, F., Manuel, A. L., Murray, M. M., & Spierer, L. (2011). Dynamic calibration of our sense of time. *Neuropsychologia*, *49*(1), 147-150.

Gregory, R. L. (1966). *Eye and Brain*. Princeton: Princeton Science Library. Ed. It. Gregory, R L., & Rebaglia, A. (1998). *Occhio e cervello. La psicologia del vedere*. Milano: Raffaello Cortina Editore.

Grondin, S. (1998). Judgments of the duration of visually marked empty time intervals: Linking perceived duration and sensitivity. *Perception & Psychophysics*, *60*(2), 319-330.

Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*(3), 561-582.

Grondin, S., Kuroda, T., & Mitsudo, T. (2011). Spatial effects on tactile duration categorization. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne De Psychologie Expérimentale*, *65*(3), 163-167.

Gruber, R. P., & Block, R. A. (2013). The Flow of Time as a Perceptual Illusion. *The Journal of Mind and Behavior*, *34*(1).

Grush, R. (2005). Brain time and phenomenological time. In Brooks, A, & Akins (eds.), *Philosophy and the Neurosciences*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Guttman, S., Sekuler, A. B. & Kellman, P. J. (2003). Temporal Variations in Visual Completion: A Reflection of Spatial Limits? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *29*(6), 1211-1277.

Haggard, P. (2005). Conscious intention and motor cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(6), 290–295.

Haggard, P. (2008). Human volition: towards a neuroscience of will. *Nature Reviews. Neuroscience*, *9*(12), 934–946.

Haggard, P. (2011). Decision Time for Free Will. *Neuron*, *69*(3), 404–406.

Haggard, P., & Clark, S. (2003). Intentional action: Conscious experience and neural prediction. *Consciousness and Cognition*, 12(4), 695–707.

Haggard, P., Clark, S., & Kalogeras, J. (2002). Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience*, 5(4), 382–385.

Haggard, P., & Cole, J. (2007). Intention, attention and the temporal experience of action. *Consciousness and Cognition*, 16(2), 211–220.

Haggard, P., & Eimer, M. (1999). On the relation between brain potentials and the awareness of voluntary movements. *Experimental Brain Research*, 126(1), 128–133.

Haggard, P., Poonian, S., & Walsh, E. (2009). Representing the consequences of intentionally inhibited actions. *Brain Research*, 1286, 106–113.

Hameroff, S. R. (1987). *Ultimate computing: Biomolecular consciousness and nano technology*. Amsterdam: North-Holland.

Hameroff, S. R., & Penrose, R. (1996). Orchestrated Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules: A Model for Consciousness. In Hameroff, S. R., Kaszniak, A. W., & Scott, A. (1996). *Toward a science of consciousness: The first Tucson discussions and debates*. Cambridge, MA: MIT Press.

Hammond, C. (2012). *Time Warped: Unlocking the Mysteries of Time Perception (Review)* (Canongate). Edinburgh: EHI iTE. Ed. It.
Hammond, C. (2013). *Il mistero della percezione del tempo*. Torino: Einaudi.

Hancock, P. A., & Block, R. A. (2012). The Psychology of Time: A View Backward and Forward. *The American Journal of Psychology*, 125(3), 267.

Harris, L., Harrar, V., Jaekl P., & A. Kopinska, *Mechanisms of simultaneity constancy*, in Nijhawan, R., & Khurana, B. (2010). *Space and time in perception and action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (pp. 232–253).

Haynes, J. D. (2010). Posso prevedere quello che farai. In De Caro, M., Lavazza, A., Sartori, G., & Brass, M. (2010). *Siamo davvero liberi?: Le neuroscienze e il mistero del libero arbitrio*. Torino: Codice (pp. 5-19).

Haynes, J. D. (2011). Decoding and predicting intentions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1224(1), 9–21.

Heekeren, H. R., Marrett, S., & Ungerleider, L. G. (2008). The neural systems that mediate human perceptual decision making. *Nature Reviews Neuroscience Nat Rev Neurosci*, 9(6), 467-479.

Hegel, G. W., & Hoffmeister, J. (1952). *Phänomenologie des Geistes*. Hamburg: Meiner. Ed. It. Hegel, G. W., & Cicero, V. (2006). *Fenomenologia dello spirito*. Milano: Bompiani.

Heidegger, M. (1967). *Sein und Zeit*. Tübingen: M. Niemeyer. Ed. It. Heidegger, M., & Marini, A. (2006). *Essere e tempo*. Milano: Mondadori.

Heidegger, M. (1976). *Logik. Die Frage nach der Wahrheit*. Frankfurt am Main: V. Klostermann. Ed. It. Heidegger, M. (1986) *Logica. Il problema della verità*, Milano: Mursia.

Heidegger, M., & Sonthoff, H. (1952). Kant und das Problem der Metaphysik. *Books Abroad*, 26(1), 63.

Heisenberg, W. (1930) *The Physical Principles of the Quantum Theory*. Ed. It. Heisenberg, W. (1949). New York: Dover, 1949.

Helson, H. (1930). The Tau Effect-An Example Of Psychological Relativity. *Science*, 71(1847), 536-537.

Hintikka, J., & Kulas, J. (1983). *The game of language: Studies in game-theoretical semantics and its applications*. Dordrecht, Holland: D. Reidel.

Hodinott-Hill, I., Thilo, K.V., Cowey, A., & Walsh, V. (2002). Auditory chronostasis: hanging on the telephone, *Curr. Biol.*, 12, 1779–1781.

Husserl, E., & Bernet, R. (2013). *Zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins: Mit Texten aus der Erstausgabe und dem Nachlaß*. Hamburg: Meiner. Ed. It. Husserl, E., Boehm, R., & Marini, A. (1981). *Per la fenomenologia della coscienza interna del tempo: (1893-1917)*. Milano: Angeli.

Husserl, E., (1976). *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Erstes Buch: Allgemeine Einführung in die reine Phänomenologie. Text der 1.-3.Auflage*. Id. (1976) *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Erstes Buch: Allgemeine Einführung in die reine Phänomenologie. Ergänzende Texte (1912-1929)*. Ed. It. Husserl, E., & Filippini, E. (1965). *Idee per una fenomenologia pura e per una filosofia fenomenologica*. Torino: Einaudi.

Iacoboni, M., & Olivero, G. (2008). *I neuroni specchio: Come capiamo ciò che fanno gli altri*. Torino: Bollati Boringhieri.

Ivry, R. B., & Schlerf, J. E. (2008). Dedicated and intrinsic models of time perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(7), 273–280.

Ivry, R. B., Spencer, R. M. C. (2004). The neural representation of time. *Current Opinion in Neurobiology*, 14(2), 225-232.

James, W. (1890). *The principles of psychology*. London: MacMillan.

Jennings, C. D., & Nanay, B. (2014). Action without attention. *Analysis*, 76(1), 29-36.

Johansson, P. (2005). Failure to Detect Mismatches Between Intention and Outcome in a Simple Decision Task. *Science*, 310(5745), 116-119.

Johnston, A., & Nishida, S. (2001). Time perception: Brain time or event time? *Current Biology*, 11(11), 427–430.

Johnston, A., Arnold, D. H., & Nishida, S. (2006). Spatially Localized Distortions of Event Time. *Current Biology*, 16(5), 472-479.

Jones, M. R. (1976). Time, our lost dimension: Toward a new theory of perception, attention, and memory. *Psychological Review*, 83, 323-355.

Jones, M. R., & Boltz, M. (1989). Dynamic attending and responses to time. *Psychological Review*, 96, 459-491.

Joordens, S., van Duijn, M., & Spalek, T.M. (2002). When Timing the Mind One Should Also Mind the Timing: Biases in the Measurement of Voluntary Actions, *Consciousness and Cognition*, 11(2): 231-240.

Jaques, E. (1982). *The form of time*. New York: Crane, Russak. Ediz. it. Jaques, E., & Metitieri, L. (1988). *La forma del tempo: La fondazione temporale della misurazione nelle scienze sociali*. Torino: Centro scientifico torinese.

Jung, C. G., & Personeni, L., (1989). *L'analisi dei sogni (1909); Contributo alla conoscenza del sogno di numeri (1911); Recensione critica a Morton Prince (1911); Le fantasie dell'inconscio (1913)*. Torino: Bollati Boringhieri.

Kanai, R. (2013). Illusory Distortion of Subjective Time Perception, In Arstila, V., Lloyd, D. (2014) *Subjective time: The philosophy, psychology, and neuroscience of temporality*, Cambridge, MA : MIT Press (pp. 343-354).

Kanai, R., Paffen, C. L. E., Hogendoorn, H., & Verstraten, F. a J. (2006). Time dilation in dynamic visual display. *Journal of Vision*, 6(12), 1421–1430.

Kanai, R., & Watanabe, M. (2006). Visual onset expands subjective time. *Perception & Psychophysics*, 68(7), 1113–1123.

Kant, I., Gerhardt, G., & Menzer, P. (1990). *Eine Vorlesung über Ethik*. Frankfurt a.M.: Fischer Taschenbuch Verlag. Ed. It. Kant, I., & Guerra, A. (1971). *Lezioni di etica*. Bari: Laterza.

Kant, I. (1956). *Kritik der reinen Vernunft*. Hamburg: Felix Meiner. Ed. It. Kant, I., & Esposito, C. (2004). *Critica della ragion pura: Testo tedesco a fronte*. Milano: Bompiani.

Kant, I., & Kehrbach, K. (1878). *Kritik der praktischen Vernunft*. Leipzig: P. Reclam. Ed. It. Kant, I., & Mathieu, V. (2000). *Critica della ragion pratica*. Milano: Bompiani.

Kant, I. (1798). *Anthropologie in pragmatischer Hinsicht*. Königsberg: Bey Friedrich Nicolovius. Ed. It. Kant, I., & Vidari, G. (1985). *Antropologia prammatica*. Roma-Bari: Laterza.

Kant, I., & Vorländer, K. (1965). *Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*. Hamburg: F. Meiner. Ed. It. Kant, I., & Gonnelli, F. (2009). *Fondazione della metafisica dei costumi*. Bari: Laterza.

Kauark-Leite, P. (2009). The Transcendental Role of the Principle of Anticipations of Perception in Quantum Mechanics. *Constituting Objectivity*, 74, 203–213.

Kellman, P. J., & Shipley, T. F. (1992). Perceiving objects across gaps in space and time, *Current Directions in Psychological Science*, 1, 193-199.

Kerzel, D. (2010). The Fröhlich effect: past and present, in Space and Time in Perception and Action. In Nijhawan, R., & Khurana, B. (2010). *Space and time in perception and action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (pp. 321-337).

Kitazawa, S. (2002). Where conscious sensation takes place. *Consciousness and Cognition*, 11(3), 475-477.

Klein, S.A. (2002). Libet's Temporal Anomalies: A Reassessment of the Data, *Consciousness and Cognition*, 11(2), 198-214.

Klein, S.A. (2002). Libet's Research on the Timing of Conscious Intention to Act: A Commentary, *Consciousness and Cognition*, 11(2), 273-279.

Klein, S.A. (2002). Libet's Timing of Mental Events: Commentary on the Commentaries, *Consciousness and Cognition*, 11(2), 326-333.

Knöll, J., Morrone, M. C., & Bremmer, F. (2013). Spatio-temporal topography of saccadic overestimation of time. *Vision Research*, 83, 56–65.

Kornhuber, H. H., & Deecke, L. (1965). Hirnpotentialänderungen bei Willkürbewegungen und passiven Bewegungen des Menschen: Bereitschaftspotential und reafferente Potentiale. *Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, 284(1), 1–17.

Krausser, P. (1976). Kant's Schematism of the categories and the problem of pattern recognition. *Synthese*, 33(2-4), 175–192.

LaRock, E. (2010). Cognition and Consciousness: Kantian Affinities with Contemporary Vision Research. *Kant-Studien*, 101(4).

Lau, H. C., Rogers, R. D., Haggard, P., Passingham, R. E., & Lohse, B. (2004). Attention to intention. *Science (New York, N.Y.)*, 303(5661), 1208–1210.

LeDoux, J. E. (2002). *Synaptic self: How our brains become who we are*. New York: Viking. Ed. It. LeDoux, J. E. (2002). *Il sé sinaptico: Come il nostro cervello ci fa diventare quelli che siamo*. Milano: Cortina.

Libet Experiment and its Implications for Conscious Will. (2013). Retrieved June 11, 2016, from <http://www.bethinking.org/human-life/the-libet-experiment-and-its-implications-for-conscious-will>.

Libet, B. (1981). The experimental Evidence for Subjective Referral of a Sensory Experience Backwards in Time: Reply to P.S. Churchland. *Philosophy of Science*, 48, 182-197.

Libet, B. (1999). Do We Have Free Will? In Libet, B., Freeman, A., & Sutherland, K. *The Volitional Brain*, Exeter (UK): Imprint Academic (pp. 47-57).

Libet, B. (2004). *Mind time: The temporal factor in consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Ed. it. Libet, B., & Boncinelli, E. (2007) *Mind Time. Il fattore temporale della coscienza*, Milano: Raffaello Cortina Editore.

Libet, B. (2007). The Neural Time Factor in Conscious and Unconscious Events. *Experimental and Theoretical Studies of Consciousness: Ciba Foundation Symposium 174 Novartis Foundation Symposia Ciba Foundation Symposium 174 - Experimental and Theoretical Studies of Consciousness*, 123-146.

Libet, B., Feinstein, E.W. & Pearl, B. (1979). Subjective referral of the timing for a cognitive sensory experience. *Brain* 102, 193-224.

Libet, B., Gleason, C. a., Wright, E. W., & Pearl, D. K. (1983). Time of Conscious Intention To Act in Relation To Onset of Cerebral Activity (Readiness-Potential). *Brain*, 106(3), 623–642.

Linsler, K., & Goschke, T. (2007). Unconscious modulation of the conscious experience of voluntary control. *Cognition*, 104(3), 459–475.

Lo, S., & Yeh, S. (2008). Dissociation of processing time and awareness by the inattentional blindness paradigm. *Consciousness and Cognition*, 17(4), 1169-1180.

Lorenz, K., & Taylor, R. (1977). *Behind the mirror: A search for a natural history of human knowledge*. London: Methuen.

Lustig, C. (2011). The neuroscience of time and number: untying the gordian knot. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 5(September), 47.

Mach, E. (1905). *Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung*. Leipzig: Barth.

MacKay, D. M. (1972). Voluntary eye movements as questions. *Bibl Ophthalmol.*, 82, 369–76.

Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, 82(4), 276.

Malsburg, C. V. (1994). The Correlation Theory of Brain Function. *Models of Neural Networks Physics of Neural Networks*, 95-119.

Malsburg, C. V., & Willshaw, D. (1981). Co-operativity and brain organization. *Trends in Neurosciences*, 4, 80-83.

Manuscript, A., Parietal, P., Encodes, C., & Selected, A. (2009). NIH Public Access, 56(3), 552–559.

Maldonato, M., (2009). Coscienza della temporalità e temporalità della coscienza, in Cappuccio, M., *Neurofenomenologia. Le scienze della mente e la sfida dell'esperienza cosciente*. Milano: Bruno Mondadori (pp. 383-396).

Mashour, G. A. (2004). From Kant to Quantum Neurodynamics. *Neuro Quantology*, 1, 29-38.

Mateeff, S. (1978). Saccadic eye movements and localization of visual stimuli. *Perception & Psychophysics*, 24(3), 215-224.

Matin, L., & Pearce, D. G. (1965). Visual Perception of Direction for Stimuli Flashed During Voluntary Saccadic Eye Movements. *Science*, 148(3676), 1485-1488.

Matthews, P.T. (1974). *Introduction to Quantum Mechanics*2. New Delhi: McGraw-Hill.

Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. Dordrecht, Holland: D. Reidel Pub. Ed. it. Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1985). *Autopoiesi e cognizione: La realizzazione del vivente*. Venezia: Marsilio.

Meck, W. H. (2005). Neuropsychology of timing and time perception. *Brain and Cognition*, 58(1), 1-8.

Merleau-Ponty, M., & Waelhens, A. D. (1967). *La structure du comportement*. Paris: Presses universitaires de France. Ed. It. Merleau-Ponty, M., & Waelhens, A. D. (1963). *La struttura del comportamento*. Milano: Bompiani.

Michotte, A. (1963). The perception of causality. New York: Basic Books.

Mijuskovic, B. (2010) Kant's Reflections on the Unity of Consciousness, Time-Consciousness, and the Unconscious, *Kritike*, 4(2), 105-132.

Miller, J., & Trevena, J. A. (2002). Cortical Movement Preparation and Conscious Decisions: Averaging Artifacts and Timing Biases. *Consciousness and Cognition*, 11(2), 308-313.

Milner, P. M. (1974). A model for visual shape recognition. *Psychological Review*, 81(6), 521-535.

Moore, J. W., Dickinson, A., & Fletcher, P. C. (2011). Sense of agency, associative learning, and schizotypy. *Consciousness and Cognition*, 20(3), 792–800.

Moore, J. W., & Fletcher, P. C. (2012). Sense of agency in health and disease: A review of cue integration approaches. *Consciousness and Cognition*, 21, 59–68.

Moore, J., & Haggard, P. (2008). Awareness of action: Inference and prediction. *Consciousness and Cognition*, 17(1), 136–144.

Moore, J. W., & Haggard, P. (2010). Intentional binding and higher order agency experience. *Consciousness and Cognition*, 19(1), 490–491.

Moore, J. W., Lagnado, D., Deal, D. C., & Haggard, P. (2009). Feelings of control: Contingency determines experience of action. *Cognition*, 110(2), 279–283.

Moore, J. W., & Obhi, S. S. (2012). Intentional binding and the sense of agency: A review. *Consciousness and Cognition*, 21(1), 546–561.

Moore, J. W., Wegner, D. M., & Haggard, P. (2009). Modulating the sense of agency with external cues. *Consciousness and Cognition*, 18(4), 1056–1064.

Moradi, F., & Shimojo, S. (2004). Perceptual-binding and persistent surface segregation. *Vision Research*, 44(25), 2885-2899.

Morrone, M. C., Ross, J., & Burr, D. C. (1997). Apparent position of visual targets during real and simulated saccadic eye

movements. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 17(20), 7941–7953.

Morrone, M. C., Ross, J., & Burr, D. (2005). Saccadic eye movements cause compression of time as well as space. *Nature Neuroscience*, 8(7), 950-954.

Morrone, M.C., Ross, J., & Burr, D.C. (2010) Keeping vision stable: rapid updating of spatiotopic receptive fields may cause relativistic-like effects, in Nijhawan, R. & Khurana, B. (2010), *Space and Time in Perception and Action*, Cambridge, UK: University Press (pp. 52–62).

Moutoussis, K. & Zeki, S. (1997). A direct demonstration of perceptual asynchrony in vision, *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 264, 393–399.

Nachev, P., Wydell, H., O’Neill, K., Husain, M., & Kennard, C. (2007). The role of the pre-supplementary motor area in the control of action. *NeuroImage*, 36(suppl. 2), T155–T163.

Nahmias, E., Shepard, J., & Reuter, S. (2014). It’s OK if “my brain made me do it”: people’s intuitions about free will and neuroscientific prediction. *Cognition*, 133(2), 502–516.

Nakayama, K., He, Z. J., & Shimojo, S. (1995). Visual surface representation: A critical link between lower-level and higher-level vision. In Kosslyn, S. M., & Osherson, D. N. (1995). *Visual cognition: An invitation to cognitive science*, Cambridge: The Mit Press.

Niemi, P., & Naatanen, R. (1981). Foreperiod and simple reaction time. *Psychological Bulletin*, 89(1), 133–162.

Nijhawan, R. (1994). Motion extrapolation in catching. *Nature*, 370(6487), 256-257.

Nijhawan, R. (2002). Neural delays, visual motion and the flash-lag effect, *Trends in Cognitive Sciences*, 6(9), 387-393.

Nishida, S., & Johnston, A., (2010) The time marker account of cross-channel temporal judgments. In Nijhawan, R., & Khurana,

B. (2010). *Space and time in perception and action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (pp. 278–300).

Nobili, R. (2009). New Perspectives in Brain Information Processing, *Journal of Biological Physics*, 35(4), 347-360

Noë, A. (2009). *Out of our heads: Why you are not your brain, and other lessons from the biology of consciousness*. New York: Hill and Wang. Ed. It. Noë, A. (2010). *Perché non siamo il nostro cervello: Una teoria radicale della coscienza*. Milano: Cortina.

Obhi, S. S., & Haggard, P. (2004). Internally generated and externally triggered actions are physically distinct and independently controlled. *Experimental Brain Research*, 156(4), 518–523.

O’Keefe, J. (2014). Two Independent Inputs into the Hippocampal Cognitive Map. Retrieved July 05, 2016, from https://www.youtube.com/watch?v=fd2Mm_xapbY.

Olfatto (figura del sistema olfattivo). Il meccanismo di rilevamento degli odori è in parte ancora ignoto. (n.d.). Retrieved March 29, 2016, dal sito <http://ods.diodati.org/post/109498192965/il-meccanismo-di-rilevamento-degli-odori-è-in>

Ostrowick, J. M. (2007). The Timing Experiments of Libet and Grey Walter, *S. Afr. J. Philos.*, 26(3), 9-26.

Palmer, L. (2008). Kant and the brain: A new empirical hypothesis. *Review of General Psychology*, 12(2), 105–117.

Palmquist, S.R. (2013). Kantian Causality and Quantum Quarks: The Compatibility between Quantum Mechanics and Kant’s Phenomenal World, *Theoria* 77, 283-302.

Paracchini, F. (2002). *Le ragioni del tempo. Analisi fenomenologiche e ricerca sperimentale*. Milano: Mimesis.

Pariyadath, V., & Eagleman, D. (2007). The effect of predictability on subjective duration. *PLoS ONE*, 2(11), 2–7.

Park, J., Schlag-Rey, M., & Schlag, J. (2003). Voluntary action expands perceived duration of its sensory consequence. *Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Experimentation Cerebrale*, 149(4), 527–529.

Patel, M., & Chait, M. (2011). Retroactive adjustment of perceived time. *Cognition*, 119(1), 125-130.

Pendlebury, M. (1995). Making Sense of Kant's Schematism, *Philosophy and Phenomenological Research*, 55(4), 777-797.

Perrella, E. (1986). *Il tempo etico, o La ragione freudiana*. Pordenone: Biblioteca dell'immagine.

Peruš, M. (2001). Multi-level Synergetic Computation in Brain, *Nonlinear Phenomena in Complex Systems*, 4(2), 157–193.

Pockett, S. (2002). On Subjective Back-Referral and How Long It Takes to Become Conscious of a Stimulus: A Reinterpretation of Libet's Data, *Consciousness and Cognition*, 11(2), 144-161.

Poidevin, R. L. (2000). The Experience and Perception of Time. Retrieved June 07, 2016, from <http://plato.stanford.edu/entries/time-experience/>

Poincaré, H. (1952). *Science and method*. New York: Dover Publications. Ed. It. Poincaré, J. H., & Bartocci, C. (1997). *Scienza e metodo*. Torino: Einaudi.

Pomares, F. B., Creac'h, C., Faillenot, I., Convers, P., & Peyron, R. (2011). How a clock can change your pain? The illusion of duration and pain perception. *Pain*, 152(1), 230-234.

Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(2), 160–174.

Pöppel, E., (2004). Lost in time: a historical frame, elementary processing units and the 3-second window, *Acta Neurobiologiae Experimentalis (Wars)*, 64, 295-301.

Pribram, K.H. (1997). The Deep and Surface Structure of Memory and Conscious Learning: Toward a 21st Century Model. In Solso, R. L. (1997). *Mind and brain sciences in the 21st century*. Cambridge, MA: MIT Press.

Prigogine, I. (1988), *La nascita del tempo*, Roma-Napoli: Edizioni Theoria.

Prigogine, I., & Stengers, I. (1986). *La nouvelle alliance: Métamorphose de la science*. Paris: Gallimard. Ed. It. Prigogine, I., & Stengers, I. (1981). *La nuova alleanza: Metamorfosi della scienza*. Torino: Einaudi.

Prigogine, I., & Stengers, I. (1988). *Entre le temps et l'éternité*. Paris: Fayard. Ed. It. Prigogine, I., & Stengers, I. (1989). *Tra il tempo e l'eternità*. Torino: Bollati Boringhieri.

Proust, J. (1994). Time and Conscious Experience, in Artifacts, Representations and Social Practice, *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 154, 323-341.

Putnam, H. (1995). *Pragmatism: An open question*. Oxford, UK: Blackwell.

Rammsayer, T. H., & Verner, M. (2014). The effect of nontemporal stimulus size on perceived duration as assessed by the method of reproduction. *Journal of Vision*, 14(5), 1–10.

Requirement, T. H. (2014). The Schematism & the Second Analogy, *Phil.*, 871, 1–4.

Ricciardi, L. M., & Umezawa, H. (1967). Brain and Physics of Many-Body Problem. *Kybernetik*, 4(2), 44–48.

Ricœur, P. (1985) *Temps et récit III. Le temps raconté*, Paris: Editions du Seuil. Ed. It. Ricœur, P. (1988). *Tempo e racconto III. Il tempo raccontato*, Milano: Jaca Book.

Rigoni, D. & Brass, M. (2010). La libertà: da illusione a necessità. In De Caro, M., Lavazza, A., Sartori, G., & Brass, M.

(2010). *Siamo davvero liberi?: Le neuroscienze e il mistero del libero arbitrio*. Torino: Codice (pp. 71-84).

Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2006). *So quel che fai: Il cervello che agisce e i neuroni specchio*. Milano: Cortina.

Roelofs, C.O.Z., Zeeman, W. P. C. (1951). Influence of different sequences of optical stimuli on the estimation of duration of a given interval of time. *Acta Psychologica*, 8, 89–128.

Rolfs M., Jonikaitis, D., Deubel, H., & Cavanagh, P. (2011). Predictive remapping of attention across eye movements, *Nature Neuroscience*, 14, 252-256.

Rose, D., & Summers, J. (1995). Duration illusions in a train of visual stimuli. *Perception*, 24(10), 1177–1187.

Rosenblatt, F. (1961). *Principles of neurodynamics. Perceptrons and the theory of brain mechanisms*. Washington: Spartan Books.

Rosenthal, D. M. (2002). The Timing of Conscious States. *Consciousness and Cognition*, 11(2), 215-220.

Ross, J., & Ma-Wyatt, A. (2004). Saccades actively maintain perceptual continuity, *Nature Neuroscience*, 7, 65-69.

Ross, J., Morrone, M. C., & Burr, D. C. (1997). Compression of visual space before saccades. *Nature*, 386(6625), 598-601.

Ross, J., Morrone, M., Goldberg, M. E., & Burr, D. C. (2001). Changes in visual perception at the time of saccades. *Trends in Neurosciences*, 24(2), 113-121.

Roth, S. (2011). Mathematics and Biology: A Kantian View on the History of Pattern Formation Theory. *Development Genes and Evolution*, 221, 255–279.

Russo, G., & Dellantonio, A. (1989). Influence Of Phenomenal Time On Perceived Space. *Perceptual and Motor Skills*, 68(3), 971-984.

Sabbatini, S. (2016), La Psicoanalisi alla Prova del Tempo: L'ultimo Insegnamento di Lacan. In © PSYCHOMEDIA - JOURNAL OF EUROPEAN PSYCHOANALYSIS - ISAP. (n.d). Retrieved June 06, 2016, from <http://www.psychomedia.it/isap/saggi/sabbatini.htm>

Scharnowski, F., Rees, G., & Walsh, V. (2013). Time and the brain: neurorelativity: The chronoarchitecture of the brain from the neuronal rather than the observer's perspective, *Trends in Cognitive Sciences*, 17(2), 51-52.

Schlag, J., & Schlag-Rey, M. (1995). Illusory localization of stimuli flashed in the dark before saccades. *Vis. Res.*, 35, 2347–2357.

Schlag, J., & Schlag-Rey (2010), M., The Internal Eye Position Signal, Psychophysics, and Neurobiology. In Nijhawan, R., & Khurana, B. *Space and time in perception and action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (pp. 9–18).

Schütz, A.C., & Morrone, M.C. (2010). Compression of time during smooth pursuit eye movements, *Vision Research*, 50(24), 2702-2713.

Schiaccitano, A. (2010). *La pretesa eziologica ovvero tempo, sincronicità, simmetria*, Milano: Aipa.

Schiffman, H. R., & Bobko, D. J. (1974). Effects of stimulus complexity on the perception of brief temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology*, 103(1), 156-159.

Segal, E. (2004). The mind's direction of time. *Journal of Mind and Behavior*, 25(3), 227-235.

Seibold, V. C., Fiedler, A., & Rolke, B. (2011). Temporal attention shortens perceptual latency: A temporal prior entry effect. *Psychophysiology*, 48(5), 708–717.

Seibold, V. C., Fiedler, A., & Rolke, B. (2010). Temporal attention shortens perceptual latency: A temporal prior entry effect. *Psychophysiology*, 48(5), 708-717.

Sellis, M., Maragos, P., & Vatakis, A. (2014). Synchrony Perception and Inverse Effectiveness: Are they Complementary or Contrasting in Audiovisual Speech Integration? *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 126, 166–167.

Shadlen, M.N., Gold, J.I. (2004). The neurophysiology of decision making as a window on cognition. *The Newest Cognitive Neurosciences*³, Gazzaniga MS, MIT Press.

Shallice, T. (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure*, Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Sheldrake, R. (2009). *Morphic resonance: The nature of formative causation*. Rochester, VT: Park Street Press.

Shima K., & Tanji J. (2000). Neuronal activity in the supplementary and presupplementary motor areas for temporal organization of multiple movements, *J Neurophysiol*, 84(4), 2148-2160.

Shore, D. I, Spence, C. & Klein, R. M. (2001). Visual prior entry. *Psychol. Sci.* 12, 205–212.

Signore, M. (2004). Il tempo come presenza vivente, *Studium*, 100(4-5), 595–610.

Silvestri, F. (2002). Dalla fenomenologia della percezione al giudizio predicativo. Un percorso genealogico: Husserl ed Esperienza e giudizio. In *PLAT. Quaderni del Dipartimento di Pratiche linguistiche e Analisi di Testi*, Bari: Edizioni dal Sud (pp. 351–368).

Singer, W. (1995). Visual Feature Integration and the Temporal Correlation Hypothesis. *Annual Review of Neuroscience*, 18(1), 555-586.

Shanks, D.R., Pearson, S.M., & Dickinson, A. (1989). Temporal contiguity and the judgement of causality by human subjects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B.*, 41, 139–159.

Slaby, J. (2010). Steps towards a Critical Neuroscience. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 9(3), 397–416.

Slaby, J., & Choudhury, S. (2011). *Critical Neuroscience: A Handbook of the Social and Cultural Contexts of Neuroscience*. Wiley-Blackwell.

Snider, J., McCall, R., Franklin, S. (2012). Time production and representation in a conceptual and computational cognitive model, *Cognitive Systems Research*, 13(1), 59-71.

Soga, R., Akaishi, R., & Sakai, K. (2009). Predictive and postdictive mechanisms jointly contribute to visual awareness. *Consciousness and Cognition*, 18(3), 578–592.

Soon, C. S., Brass, M., Heinze, H.-J., & Haynes, J.-D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, 11(5), 543–545.

Spence, C., & Squire, S. (2003). Multisensory integration: Maintaining the perception of synchrony. *Current Biology*, 13(13), 519–521.

Spence, C., & Parise, C. (2010). Prior-entry: A review, *Consciousness and Cognition*, 19(1): pp. 364-379.

Stanza di Ames, tratta da: Oxymoron: <http://percezioniderivate-blog.tumblr.com/post/270830239/stanza-di-ames-adalbert-ames-su-progetto-di>

Steiner, R., & Bavastro, I. (1986). *La filosofia della libertà: Linee fondamentali di una moderna concezione del mondo: Risultati di osservazione animica secondo il metodo scientifico*. Milano: Editrice antroposofica.

Stelmach, L. B., & Herdman, C. M. (1991). Directed attention and perception of temporal order. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17(2), 539-550.

Stenneken, P., Prinz, W., Cole, J., Paillard, J., & Aschersleben, G. (2006) The effect of sensory feedback on the timing of movements: Evidence from deafferented patients, *Brain Research*, 1084(1), 123-131.

Sternberg, S., Knoll, R. L., & Gates, B. A. (1971) Prior entry reexamined: Effect of attentional bias on order perception. Paper presented at the Psychonomic Society Meeting, Philadelphia.

Stetson, C., Cui, X., Montague, P. R., & Eagleman, D. M. (2006). Motor-Sensory Recalibration Leads to an Illusory Reversal of Action and Sensation. *Neuron*, 51(5), 651–659.

Stetson, C., Fiesta, M. P., Eagleman, D. M. (2007). Does time really slow down during a frightening event? *PLoS One.*, 2, 1295.

Strawson, P. (1997). Kant on Substance, in P.F. Strawson, *Entity and Identity*. Oxford: Clarendon, 268–279.

Sundaram, K. 1987. *Cassirer's Conception of Causality*. New York: Peter Lang.

Suto, Y. (1952). The effect of space on time estimation (S-effect) in tactual space. I. *Japanese Journal of Psychology*, 22, 45-57.

Suto, Y. (1955). The effect of space on time estimation (S-effect) in tactual space. II : The role of vision in the S effect upon skin. *Japanese Journal of Psychology*, 26, 94-99.

Suto, Y. (1957). Role of apparent distance in time perception. *Research Reports of Tokyo Electrical Engineering College*, 5, 73-82.

Sutton, J. P. (1995). From neuropsychology to mental structure. *Neural Networks*.

Suzuki, M. (2010). Distortion of Space and Time during Saccadic Eye Movements. *Intelligent Information Management*, 2(2), 90–94.

Szpunar, K. K. (2011). On subjective time. *Cortex*, 47(3), 409–411.

Tempia, F. (2009). La neurofisiologia del movimento volontario e delle decisioni coscienti, in Brena, G.L. *Neuroscienze e libertà*. Padova: CLEUP (pp. 13-35).

Tempia, F. (2010). Decisioni libere e giudizi morali: la mente conta. In De Caro, M., Lavazza, A., Sartori, G., & Brass, M. (2010). *Siamo davvero liberi?: Le neuroscienze e il mistero del libero arbitrio*. Torino: Codice (pp. 87-108).

Terao, M., Watanabe, J., Yagi, A., & Nishida, S. (2008). Reduction of stimulus visibility compresses apparent time intervals. *Nature Neuroscience Nat Neurosci*, *11*(5), 541-542.

Thilo, K. V., & Walsh, V. (2002). Chronostasis. *Current Biology*, *12*(17).

Tiest, W. M. B., & Kappers, A. M. L. (2009). Tactile perception of thermal diffusivity. *Attention, Perception & Psychophysics*, *71*(3), 481–489.

Timm, J., Schönwiesner, M., SanMiguel, I., & Schröger, E. (2014). Sensation of agency and perception of temporal order. *Consciousness and Cognition*, *23*, 42–52.

Titchener, E. B. (1908). *Lectures on the elementary psychology of feeling and attention*. New York: The Macmillan Company.

Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval: implications for a model of the 'internal clock', *Psychol Monogr.*, *77*, 1–31.

Treisman, A. (2003) Consciousness and Perceptual Binding. In Cleeremans, A. (2003). *The unity of consciousness: Binding, integration, and dissociation*. Oxford: Oxford University Press (pp. 95-113).

Treisman, A., & Schmidt, H. (1982). Illusory Conjunction in the Perception of Objects, *Cognitive Psychology*, *14*, 107-141.

Tresilian, J. R. (1999). Visually timed action: time-out for 'tau'?, *Trends in Cognitive Sciences*, *3*(8), 301-310.

Trevena, J. A., & Miller, J. (2002). Cortical Movement Preparation before and after a Conscious Decision to Move. *Consciousness and Cognition*, *11*(2), 162-190.

Tsakiris, M., & Haggard, P. (2008). Vision, action, and awareness. *Frontiers of Consciousness Chichele Lectures*, 215-224.

Tse, P. U., Intriligator, J., Rivest, J., & Cavanagh, P. (2004). Attention and the subjective expansion of time. *Perception & Psychophysics*, 66(7), 1171-1189.

Trevena, J., & Miller, J. (2010). Brain preparation before a voluntary action: Evidence against unconscious movement initiation. *Consciousness and Cognition*, 19(1), 447-456.

Tulving, E. (2002). Chronesthesia: Conscious Awareness of Subjective Time. In Stuss, R. T., Donald, T., & Knight (Ed.), *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 311-326).

Ulrich, R., Nitschke, J., & Rammsayer, T. (2004). Perceived duration of expected and unexpected stimuli. *Psychological Research Psychologische Forschung*, 70(2), 77-87.

Umiltà, C. A. (2011). *Il cervello*. Bologna: Il mulino.

Usher, M., & Donnelly, N. (1998). In *Perception 1996-1999*, 559(1996).

Van Cleve, J. (1999). *Problems from Kant*. New York: Oxford University Press.

Van de Grind, W. (2002). Physical, Neural, and Mental Timing, *Consciousness and Cognition*, 11(2), 241-264.

Vanzago, L. (2001). *Modi del tempo: Simultaneità, processualità e relazionalità tra Whitehead e Merleau-Ponty*. Milano: Mimesis.

Varela, F. J. (1999a). Present-time consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 6 (2-3), 111-140.

Varela, F. J. (1999b). The specious present: A neurophenomenology of time consciousness. In Petitot, J., Varela, F. J., Pacoud, B. & Roy, J.-M. (eds.). *Naturalizing Phenomenology*. Stanford: Stanford University Press (chapter 9, pp. 265-314).

Varela, F., Lachaux, J.P., Rodriguez, E. & Marinierie, J. (2001). The Brainweb: Phase Synchronization and Large-Scale Integration, *Nature Reviews: Neuroscience*, 2, 229-239.

Vataki, A. (2011). *Multidisciplinary aspects of time and time perception. COST TD0904 International Workshop, Athens, Greece, October 7-8, 2010: Revised selected papers*. Heidelberg: Springer.

Verstynen, T., Oliver, M., & Ivry, R.B. (2010). Experiencing the future: the influence of self-initiation on temporal perception. In Nijhawan, R., & Khurana, B. (2010). *Space and time in perception and action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (pp. 164–180).

Vitiello, G. (2001a). *My double unveiled: The dissipative quantum model of brain*. Amsterdam: John Benjamins Pub.

Vitiello, G. (2001b). My Double Unveiled. In *Advances in Consciousness Research*, 32. Amsterdam/ Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.

Vitiello, G. (2010). Dissipazione e coerenza nella dinamica cerebrale. In Ulivi, L. U. (2010). *Strutture di mondo: Il pensiero sistemico come specchio di una realtà complessa*. Bologna: Il mulino (pp. 105-126).

Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: Common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 483-488.

Watson, T. L., & Krekelberg, B. (2009). The Relationship between Saccadic Suppression and Perceptual Stability. *Current Biology*, 19(12), 1040-1043.

Wegner, D. (2002). *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge: MIT Press.

Wegner, D. (2010), L'illusione della volontà cosciente. In De Caro, M., Lavazza, A., Sartori, G., & Brass, M. (2010). *Siamo davvero liberi?: Le neuroscienze e il mistero del libero arbitrio*. Torino: Codice (pp. 21–49).

Wegner, D. M., & Wheatley, T. (1999). Apparent mental causation: Sources of the experience of will. *American Psychologist*, *54*(7), 480-492.

Wenke, D., & Haggard, P. (2009). How voluntary actions modulate time perception. *Experimental Brain Research*, *196*(3), 311–318.

Wittmann, M. (2013). The inner sense of time: How the brain creates a representation of duration. *Nature Reviews Neuroscience Nat Rev Neurosci*, *14*(3), 217-223.

Wolf, F. A. (1998). The timing of conscious experience: A causality-violating interpretation. *Journal of Scientific Exploration*, *12*(4), 511–542.

Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0 A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, *1*(2), 202-238.

Wolpert, D.M. & Ghahramani, Z. (2000). Computational principles of movement neuroscience, *Nature Neuroscience Supplement*, *3*: 1212–1217.

Woods, A. J., Hamilton, R. H., Kranjec, A., Minhaus, P., Bikson, M., Yu, J., & Chatterjee, A. (2014). Space, time, and causality in the human brain. *NeuroImage*, *92*: 285–297.

Wu, W. (2008). Visual attention, conceptual content, and doing it right. *Mind*, *117*, 1003-1033.

Wu, W. (2011). Confronting Many-Many Problems: Attention and Agentive Control. *Noûs*, *45*, 50-76.

Xuan, B., Zhang, D., He, S., & Chen, X. (2007). Larger stimuli are judged to last longer. *Journal of Vision*, *7*(10), 2.

Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and vision*. R. L.A. (Ed.).

Yarrow, K. (2010). Temporal dilation: the chronostasis illusion and spatial attention, in Nobre, K., & Coull, J. T. (2010). *Attention and time*. Oxford: Oxford University Press (pp. 163-175).

Yarrow, K., Haggard, P., Heal, R., Brown, P., & Rothwell, J. C. (2001). Illusory perceptions of space and time preserve cross-saccadic perceptual continuity. *Nature*, *414*(6861), 302–305.

Yarrow, K., Haggard, P., & Rothwell, J. C. (2004). Action, arousal, and subjective time. *Consciousness and Cognition*, *13*(2), 373–390.

Yarrow, K., Haggard, P., & Rothwell, J.C. (2010). Saccadic chronostasis and the continuity of subjective temporal experience across eye movements. In Nijhawan, R., & Khurana, B. (2010). *Space and time in perception and action*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (pp. 149–163).

Yarrow, K., & Rothwell, J. C. (2003). Manual Chronostasis. *Current Biology*, *13*(13), 1134-1139.

Zakay, D., & Block, R. A. (1995). An attentional-gate model of prospective time estimation. In Keyser, V. D., Ydewalle, G. D., & Vandierendonck, A. (1998). *Time and the dynamic control of behavior*. Seattle, WA: Hogrefe & Huber (pp. 167-178).

Zakay, D., & Block, R. A. (1997). Temporal cognition. *Current Directions in Psychological Science*, *6*, 12-16.

Zeki, S., & Bartels, a. (1998). The asynchrony of consciousness. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, *265*(1405), 1583–1585.

Zeki, S. (2003). The Disunity of Consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(5), 214-218.

Zhok (2009), A. Appunti dalle Lezioni su Husserl *online*: http://dipartimento.filosofia.unimi.it/images/stories/docenti/zhok/appunti_corso08-09.pdf.

Zoli, M. (2008). Neuroscienze e libero arbitrio. In Ruggiu, L., & Mora, F. *Identità, differenza e conflitti*, Milano: Mimesis (pp. 201-240).

