

## Luciano Boi

Matematico e filosofo, insegna e conduce le sue ricerche presso il Centre de Mathématiques dell'École des Hautes Études en Sciences Sociales di Parigi. È cofondatore del centro PHAROS. Codirige il Centro Internazionale di Semiotica e Morfologia di Urbino.

[boi.luciano@ehess.fr](mailto:boi.luciano@ehess.fr)

This paper will discuss some aspects of the connection between space, time, and perception. More specifically, we attempt to show that some spatial properties of the ambient space are integrated into our perceptual structures by means of which we perceive and act on the world around us. We also stress the fundamental fact that the construction of perceptual objects requires an integration of the different sensory information and therefore a binding activity within and across the senses. The discussion and analysis of the links between spatiality, temporality and perception are related to wider questions pertaining to phenomenological research developed by Husserl, the Psychology Gestalt theoreticians and Merleau-Ponty. One of the main ideas suggested in this paper is that there is not a simple and unitary space (being, subject, consciousness), a single scene, where all experience can be located, in its origin and its emergence. Experience involves multiple spaces, but also operations like transformations, projections, processes of embedding or immersion, in which a plurality of forms comes into play. The origin of our perceptual world is rather distributed and differentiated among spaces. The most profound philosophical question might be now to think how those spaces are related, how they are intertwined, where and why they intersect each other, which involves a philosophical recognition of the phenomenological and geometrical organization of perception. To summarize, the goal of this article is twofold: first, it tries to show how different spatial structures are actively involved in the perception; and second, it stresses the multifaceted and polysemic nature and action of time.

«Un solo atto di percezione può inglobare nella sua unità una grande varietà di modificazioni».

Edmund Husserl

«I have the perception. I live in it. I do not perceive my perception, but rather its intentional object. The perception itself is not an object but an act. However, it is a fact, and a fact of momentous import for the structure of consciousness, that I am able to become introspectively aware of my perception. So, to speak, I then split myself into two parts and gaze with the eyes of mind upon my own perceiving activity. The perception itself changes, by this process of reflection, into the object of a new act, of an act of presentation or introspective perception. But then again, I have this new inward perception – my life is immersed in it – that refers to the first perception as its intentional object».

Hermann Weyl

### La costituzione dello spazio percettivo secondo Husserl: fondamenti e sviluppi.

Il grande filosofo e logico tedesco Edmund Husserl ha preso in considerazione una nozione più estesa di spazialità, seppur continui ad attribuire un ruolo in qualche modo privilegiato allo spazio euclideo. È nel libro *Cosa e spazio* (Husserl 1907, 2002) che Husserl affronta la questione di come avviene la costituzione coerente e continua dello spazio. Egli sottolinea preliminarmente il fatto che ogni corpo è immerso nello spazio. Secondo Husserl, dobbiamo vedere in ciò un doppio significato. (i) In quanto schema sensibile, il corpo è un supporto spaziale sul quale si dispiegano delle qualità sensibili. Ciò annuncia un altro tema importante, vale a dire il rapporto fra estensione spaziale e qualità sensibili, le quali necessariamente si legano con una certa entità estesa che ne costituisce il substrato. Qualsiasi schema ammette uno o più posizioni variabili, «in modo tale che con l'identità dello schema un sistema chiuso di posizioni (e orientazioni) diventa idealmente possibile». (ii) Un corpo si costituisce in quanto schema sensibile attraverso il senso tattile e il senso visivo, e ogni sistema sensoriale realizza un'unione appercettiva delle sensazioni con le sensazioni cinestetiche corrispondenti.

In seguito Husserl passa ad analizzare la costituzione dello spazio propriamente detto. Essa include alcuni livelli fondamentali, che egli ha descritto in modo dettagliato (Boi 2004, 2007, 2019).

Il primo punto da evidenziare a proposito del rapporto tra estensione spaziale e qualità sensibili è il fatto che la qualità contribuisce in un certo modo a modificare l'estensione spaziale (Boi 2001, 2011); con quest'ultima nozione si deve intendere una forma localizzata nello spazio euclideo ambiente (o anche in uno spazio non euclideo allorquando si considera un diverso ambiente spaziale) suscettibile di trasformarsi (per esempio dilatarsi o contrarsi) con l'azione di certe forze nel tempo, che René Thom chiamerà “pregnanze fisiche” (Thom 1988), come ad esempio la luce, il calore, la temperatura, la pressione, nel corso del tempo. In effetti, quello che si osserva è che le modificazioni dell'estensione spaziale hanno un effetto sulla qualità sensibile, benché queste modificazioni possano

essere in certi casi indipendenti dalla qualità sensibile e dalle sue variazioni. Tuttavia, possiamo dire in generale che i due contenuti, l'estensione e la qualità, sono indissociabili e dunque formano un contenuto unico le cui proprietà sono diverse da quelle di ciascuno dei due contenuti parziali. Non si tratta qui di una semplice questione quantitativa, per cui ogni volta che si ingrandisce o si diminuisce la «quantità» dell'estensione si ha contemporaneamente un incremento o una riduzione della qualità (Kanizsa 1986, Ninio 1996). Le cose vanno considerate invece qualitativamente. Da questo punto di vista, sarebbe del tutto inintelligibile che la qualità diminuisca in questo modo e si attenui per effetto di una semplice diminuzione e dissoluzione della quantità, senza che a sua volta la quantità si modifichi a modo suo in quanto qualità. In altre parole, la quantità e la qualità non possono essere dei contenuti autonomi, ossia non possono né darsi separatamente nell'oggetto di percezione, cioè nel percetto, né esistere nella rappresentazione che ne abbiamo indipendentemente l'una dell'altra. Secondo Husserl, occorrerà pertanto ammettere che lo spazio è qualcosa di ugualmente originario e che lo percepiamo altrettanto direttamente che la qualità sensibile. Detto altrimenti, uno spazio è immediatamente dato assieme alla percezione che abbiamo della qualità (Husserl 2002, Merleau-Ponty 2003). Lo spazio porta in sé, per così dire, la qualità spaziale, la include come una delle sue possibili trasformazioni e/o deformazioni, ed è da questo spazio che la qualità emerge come una proprietà *singolare* o anche *generica* (nel senso propriamente matematico del termine), come un contenuto concreto della sua struttura originaria resa dinamica dall'azione di una o più pregnanze oggettive e/o soggettive, in quanto variazione nel campo delle sue possibili manifestazioni fenomeniche. Finché ci si limita a considerare lo spazio fenomenale, la sua proprietà caratteristica è il fatto che alla sua continuità sembra corrispondere la continuità delle sue qualità, e anche il fatto che qualità differenti (visive, sonore e tattili), in sé sprovviste di un legame, acquisiscono un'unità e ci appaiono connesse grazie al carattere continuo dello spazio fenomenale (Metzger 1975).

Seguendo il filo del pensiero di Husserl, supponiamo ora che la colorazione globale di una superficie sia composta di elementi di colore, cioè di qualità parzialmente distribuite da una porzione all'altra della superficie, e supponiamo inoltre che queste qualità presentino dei salti discontinui in alcuni dei punti isolati della superficie. Queste qualità appaiono allora ordinate nello spazio e vi si fondono in colorazioni omogenee aventi una forma propria d'ordine unitario. La colorazione è il modo secondo cui le diverse porzioni dell'estensione spaziale (della superficie) sono colorate all'interno di quest'ordine, e in cui i colori si fondono in una unità grazie a quest'ordine, cioè manifestano un'unità nonostante la diversità degli elementi di colore che la compongono (Husserl 1907, Buser e Imbert 1987). Questa unità non è data tanto dai colori presi singolarmente, quanto piuttosto dal tipo di relazione spaziale che unisce la superficie con il colore o i colori che la ricoprono. Per cogliere fino in fondo il significato di quanto affermato fino ad ora, conviene insistere su un fatto più generale, ossia che la percezione spaziale conferma l'ipotesi secondo la quale il campo visivo non è un'estensione estranea al carattere organizzato in domini del campo visivo lui-stesso, bensì che quest'ultimo tende ad essere sempre più omogeneo e uniformemente unitario. Va inoltre detto che una tale unità

del campo visivo non è composta né da punti né da mere relazioni formali fra questi stessi punti. Si tratta di *forme salienti*, per cui noi vediamo dei domini delimitate da contorni che si differenziano spontaneamente in modo vivo e sempre più accentuato dal resto del campo visivo, sebbene nello stesso tempo l'intero campo continui a conservare l'aspetto di un «connesso» fenomenico.

Analizziamo ora il modo in cui Husserl (Husserl 1976) concepisce la formazione dello spazio psicofisiologico della percezione. (i) Innanzitutto abbiamo lo spazio visivo (di primo livello) e lo spazio oculo-motore. In questo caso solo l'occhio si trova ad essere mosso. Un tale spazio è limitato in modo fisso. I corpi o gli oggetti vi appaiono per poi prontamente sparire dal campo visivo. In questo spazio c'è un "punto zero" preminente, al quale è cinesteticamente coordinata la posizione fondamentale degli occhi, vale a dire la posizione frontale. In quest'ultima s'intersecano i due principali assi del sistema di coordinate oculo-motore: l'asse alto/basso e l'asse destra/sinistra.

(ii) Successivamente si costituisce uno spazio bidimensionale chiuso grazie al movimento di rotazione della testa intorno al suo principale asse, mentre che il resto del corpo rimane immobile e fisso. Lo spazio visivo oculo-motore è una forma che sussiste, e nello stesso tempo riceve un nuovo indice a ogni posizione della testa. Questo nuovo spazio non presenta limiti verso la destra e la sinistra, benché abbia un bordo, per cui non può estendersi all'infinito. In questo tipo di spazio non è un riferimento assiale che funge da sistema fondamentale dell'orientamento, ma una linea chiusa di coordinate destra/sinistra in ascissa e una linea chiusa alto/basso in ordinata. Già a questo livello non si ha più a che fare con uno spazio euclideo, ma bensì con uno spazio bidimensionale globalmente diverso da quello euclideo sebbene localmente (o infinitesimalmente) simile: si tratta precisamente di uno spazio a forma di cilindro. Come Husserl fa notare che verso l'alto e verso il basso il campo spaziale (cioè la superficie del cilindro) sarà limitato e avremo una linea-zero, l'asse delle ascisse chiuso e due linee parallele:  $y = + b$ ,  $y = - b$ . Per  $a = 0$ , avremo un intervallo con due sensi opposti: dal basso verso l'alto e dall'alto verso il basso.

(iii) Ora consideriamo l'intero spazio encefalo-motore, ma per un istante facciamo finta che tutto ciò che costituisce la profondità diventi impercettibile, vale a dire senza la presenza di movimenti cinestetici (rotazioni in differenti sensi), avremo allora uno spazio sferico (chiuso) se supponiamo che il movimento della testa si trova raffigurato in modo appropriato. (iv) Tutti i corpi che abbiamo considerato sino ad ora sono di natura bidimensionale (degli «esseri di superficie») e, nel migliore dei casi, degli esseri sferici. Abbiamo dunque a che fare con uno spazio riemanniano omogeneo bidimensionale. In un tale spazio, una terza dimensione (la profondità) e una corporeità tridimensionale non avrebbero senso. Secondo Husserl, esse si costituiscono allorquando un gruppo di movimenti o di azioni cinestetiche è coordinato a dei cambiamenti d'immagine (di schema) di un nuovo genere. È in questo modo che si formerebbe lo spazio visivo come spazio euclideo (c'è da chiedersi se qui Husserl intenda riferirsi allo spazio euclideo  $R_n$ , che non ha limiti di dimensioni) o lo spazio visivo completo.

Va osservato che per Husserl lo spazio geometrico euclideo è uno schema formale per qualsiasi corpo (o corporeità) possibile, e da questo

punto di vista non esiste alcuna differenza fra il proprio corpo e gli altri corpi solidi nello spazio. Le differenze fra questi due tipi di corpi, che sussiste ancora nello spazio visivo, svaniscono allorquando il corpo proprio può muoversi liberamente in tutto lo spazio, ossia quando la sua mobilità gode di tutti i parametri di libertà; va inoltre precisato che questi movimenti formano un *gruppo continuo di trasformazioni* a un numero infinito di dimensioni (Boi 2024, Poincaré 1902, 1913).

La costituzione di uno spazio cinestetico, il quale rende più completo lo spazio visivo propriamente detto (il campo visivo sulla retina è bidimensionale), è una delle condizioni fondamentali – insieme a quelle date dall'estimazione della parallasse nella visione binoculare – che consente di vedere in tre dimensioni. Studi recenti in psicofisica e in neurofisiologia hanno avvalorano il ruolo essenziale che svolge il sistema dei movimenti cinestetici nella percezione visiva (Berthoz 2003, Palmer 1992), e anche in altri tipi di percezione.

### Corpo, azione e percezione

Negli ultimi anni ci sono stati numerosi studi che hanno sottolineato l'importanza del ruolo che il corpo e i suoi movimenti hanno nei processi percettivi e cognitivi. Al seguito delle ricerche fondamentali di Husserl, dei teorici della Gestalt e di Merleau-Ponty, si è particolarmente evidenziata la relazione fra percezione e azione e la funzione fondamentale che quest'ultima svolge nel permettere lo sviluppo della percezione. Si è inoltre capito che la corporeità e i diversi linguaggi in cui essa si esprime acquistano un'importanza particolare per la comprensione dell'espressività umana, del radicamento dell'individuo nel cuore del mondo vissuto. Questo radicamento include le dimensioni della contingenza storica, degli stimoli provenienti dall'ambiente sociale e culturale e dell'intersoggettività. Da questo punto di vista, la distinzione classica tra mente e corpo appare profondamente sbagliata. In realtà, l'uomo che pensa è anche quello che agisce, e reciprocamente (Simondon 2013, Rizzolati et al. 2019). Questo porta a un'idea della soggettività che non è più egocentrica, auto-referenziale, ma proiettata verso la nostra relazione al mondo, come natura esperita e come processo autonomo. Il filosofo francese Maurice Merleau-Ponty ha scritto che la soggettività è ciò che si identifica con la mia presenza al mondo e agli altri, come io la realizzo adesso. Io sono come mi vedo, un campo intersoggettivo, non malgrado il mio corpo e la mia storia, ma perché io sono questo corpo e questa situazione storica per mezzo di essi (Merleau-Ponty 2019).

Riguardo alla corporeità, è importante sottolineare che una delle sue modalità essenziali è l'azione. Il modo in cui noi percepiamo un luogo, la natura, il mondo, gli oggetti e gli esseri umani in questo mondo, dipende in gran parte da come agiamo su di esso. Jean Piaget ha scritto che l'azione rappresenta una trasformazione della realtà poiché è attraverso essa che l'organismo umano interagisce con l'ambiente esterno modificandolo. L'azione consente anche una trasformazione interna, poiché l'individuo, riflettendo sulla propria azione, modifica le proprie strutture cognitive (Piaget 1999).

Verosimilmente c'è un'interazione dinamica importante tra azione, percezione e cognizione, nel senso che le modalità e i contenuti dell'attività

sensori-motoria allargano e affinano il nostro campo percettivo, che a sua volta favorisce l'esprimersi di nuove capacità cognitive attraverso l'acquisizione di nozioni fondamentali come quelle di spazio, tempo, durata, movimento, cambiamento e invarianza, e grazie al linguaggio e all'apprendimento del significato delle parole e delle frasi (Ninio 1996, Maffei 2011). Lo sviluppo delle capacità linguistiche ed espressive è direttamente legato allo sviluppo del pensiero e delle sue capacità razionali, e da esso essenzialmente dipende. L'idea del grande psicologo russo è che il rapporto del pensiero con il linguaggio nel corso del loro sviluppo conosce costanti cambiamenti, ed essi progrediscono in modo diverso e autonomo; benché siano intrecciati in diverse fasi dello sviluppo del bambino e dell'adolescente, essi però mai coincidono. Il pensiero è in qualche modo anteriore al linguaggio e ad esso conferisce un significato (Vygotski 2007).

La percezione, dicevamo, va vista come l'insieme degli atti motori e delle relazioni sensoriali e cognitive che il soggetto instaura con il mondo esterno attraverso contemporaneamente il proprio corpo e la propria mente. Essa comprende gli atti volontari, accompagnati necessariamente da intenzionalità, e gli atti non volontari. I primi sono legati a un processo di "presa di coscienza", i secondi possono avvenire senza che vi sia simultaneamente un atto intenzionale. Ogni azione (cosciente) è caratterizzata dalla presenza di uno scopo. Gli stessi movimenti possono essere eseguiti per scopi diversi, e gli stessi scopi possono essere raggiunti con movimenti diversi. La presenza di scopi diversi fa di quegli stessi movimenti degli atti motori diversi. Il neurofisiologo Giacomo Rizzolatti ha scritto che «Lo stesso 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. Si tratta di una comprensione pragmatica, pre-concettuale e prelinguistica e tuttavia non meno importante poiché su di essa poggiano molte delle nostre tanto celebrate capacità cognitive» (Rizzolatti et al. 2006, 139). L'importanza dell'azione per lo sviluppo della percezione e più in generale per la costruzione della nostra relazione con il milieu in cui viviamo (l'*Umwelt* de Jakob von Uexküll), cioè del mondo vissuto, è stata recentemente evidenziata dal neurofisiologo Alain Berthoz il quale, prendendo le mosse da quanto aveva affermato il biologo tedesco nel 1909, scrive che

All the features of objects are in fact nothing else than the perceptive characters which are attributed to them by the subject with whom they have a relation. (...) *Each action prints its signification on any neutral object and transforms it, in each world into a carrier of significance.* The stem of a flour can be transformed in four different by specified environments by respectively a young girl, the ant, the larva, the cicada, and the cow. It is, for each one, carrying significance because they respectively use the stem like an ornament, a road to reach the leaf, a construction material, and a food. (...) The meaningful form, that which lasts, is always the product of a subject: it is never the product of a subject subjected to an anomic action, whatever is the duration of this action (Berthoz 2009, 16).

## Le origini fenomenologiche della nozione di «spazio prodotto globale della percezione».

In questa sezione tratteremo della questione del ruolo della temporalità nella percezione e nella cognizione, anche in relazione al tipo di struttura che caratterizza lo spazio considerato. Si tratta, per le neuroscienze, la fenomenologia e più in generale per la filosofia, di una delle questioni più complesse nello studio della percezione e della cognizione. Biologi, psicologi e filosofi si sono generalmente più interessati a chiarire i meccanismi spaziali della percezione, cercando in particolare di capire come si costituisce un percetto visivo di un oggetto, di una scena, di un evento, sia in un ambiente fisso sia in uno in movimento, quindi variabile. Il privilegiare la percezione visiva ha pertanto condotto a sottovalutare e in ogni caso a tralasciare l'importanza in particolare della percezione sonora, in cui la dimensione temporale svolge un ruolo fondamentale. Da quest'ultimo punto di vista, infatti, la questione è duplice. Quale è il significato intrinseco del parametro tempo nel processo percettivo e come esso si lega ai parametri spaziali per formare un sistema di riferimento che consente la localizzazione spazio-temporale di un oggetto o, cosa ben più complessa, di un evento caratterizzato da una o più serie di variazioni e trasformazioni? Cosa intendono la neurofisiologia e la fenomenologia quando parlano di temporalità interna della percezione, e in che modo essa è connessa alla coscienza che si ha della presenza del nostro corpo o di un oggetto o di un evento nel nostro spazio ambiente o vitale (*Umweltraum* o *Lebensraum*)?

Numerosi studi teorici e risultati sperimentali indicano con una certa plausibilità, anzitutto che la temporalità interna della percezione potrebbe essere legata a un tipo di esperienza fenomenologica soggettiva che si ha dei fenomeni e degli eventi, e inoltre che tale temporalità ed esperienza non si fondano su delle basi puramente neurali (canali e reti neuronali). Sarebbe interessante rintracciare certi sviluppi della questione della temporalità inerente alla percezione come esperienza vissuta, al fine di chiarire, in particolare, il modo in cui il “tempo interno della percezione” (quello che Husserl chiama “*das innere Zeitbewusstsein*”), polo per così dire “immateriale” del corpo – sebbene intimamente legata alla sua presenza e percezione attiva –, può agire come una delle cause materiali del sistema nervoso o quantomeno di alcuni dei suoi processi. Husserl ha messo in luce il modo in cui la contemporaneità della percezione di diversi stimoli fisici relativi a un unico evento che risulta da un'integrazione multisensoriale (Field et al. 1993, Ghiani et al., 2011, Schmidt 2009) possa esser dato dallo stimolo dell'oggetto accompagnato da un'intenzione conoscitiva cosciente. È dunque l'azione della coscienza intenzionale dell'oggetto o dell'evento che opera una sintesi dei dati sensoriali eterogenei attribuendogli una coerenza e sincronicità interne (Weyl 2009, Jannerod 2002).

Molti dati sperimentali consentono di fare l'ipotesi che esista una differenza “di fase” significativa tra lo stimolo fisico e la sua percezione cosciente da parte del sistema nervoso centrale. Si può così ammettere che esistano dimensioni temporali che hanno natura diversa. I tempi impiegati dagli stimoli per giungere alla coscienza sono tempi fisici misurabili, sono cioè intervalli temporali relativi al modo in cui lo stimolo è trasmesso. La contemporaneità percettiva, invece, è un tempo coscienziale, dunque non fisico. La non fisicità di questo secondo tempo si desume anche dal fatto

che non ha un termine determinato, cioè non è un intervallo chiuso, vale a dire che sono elastici i limiti nei quali la coscienza sintetizza dati sensoriali diversi, unificandoli nella percezione finale. D'altronde, una tale dilatazione delle diverse temporalità è una proprietà importante della relatività ristretta einsteiniana (Boi 2004), in cui non solo la percezione ma anche la misura del tempo è relativa a due sistemi di riferimento, l'uno inerziale e l'altro in movimento; in altri termini, non c'è tempo assoluto, ma un tempo la cui durata dipende dal sistema di riferimento di cui l'osservatore fa parte. Il doppio movimento di contrazione e dilatazione del tempo vissuto è una caratteristica essenziale dell'esperienza interna e soggettiva del tempo sottolineata da Husserl (Husserl 2011) e Bergson (Bergson 2004), anche se fra le due concezioni esistono delle differenze importanti.

La dimensione del tempo fa sicuramente parte integrante di ogni nostro atto di percezione, anche del più semplice. Gli studi sulla percezione hanno da sempre privilegiato l'aspetto della localizzazione spaziale nella nostra relazione al mondo sensibile, molto probabilmente perché è essenzialmente legato al ruolo fondamentale del sistema visivo e anche di quello motorio: quando vediamo un'immagine o un oggetto stiamo innanzitutto (anche se non solo) rintracciando un sistema di coordinate appropriato per vederla o afferrarlo nel modo più completo e stabile possibile. Naturalmente la visione, processo complesso e polisemico, non si ferma al puro atto sensoriale del vedere, né può essere capita unicamente riducendola alla catena dei meccanismi neurofisiologici che coinvolgono il sistema nervoso centrale; si tratta lì di una base per così dire "materiale" (dove le proprietà della materia cerebrale sono qualitativamente diverse dalle proprietà che comunemente si attribuiscono alla materia fisica di cui sono composti gli oggetti inanimati), ma la visione abbraccia un orizzonte molto più vasto che include la sfera multisensoriale, cognitiva, culturale e simbolica (Maffei e Macacci 1979).

Il primo punto importante che va chiarito è che la percezione non si dispiega mai in uno spazio immobile e predeterminato, e che resterebbe tale durante l'intera durata dei processi che vi si svolgono, vale a dire in uno spazio perfettamente omogeneo e isotropo, nel senso che le sue variabili sarebbero prescritte sin dall'inizio dal modello astratto di spazio che si adotta. L'idea, suggerita per la prima volta da Husserl (Husserl 1907), in seguito ripresa autonomamente dal grande matematico e filosofo della scienza René Thom (Thom 1990), e infine sviluppata dal neurofisiologo Alain Berthoz negli anni 1990 (Berthoz 1997) è invece la seguente: la percezione presenta una struttura di spazio pluridimensionale, vale a dire che si comporta come uno *spazio prodotto globale*. Con questo termine designiamo l'unione di spazi più "primitivi" (matematicamente si tratta di aperti dello spazio euclideo a  $n$  dimensioni  $En$ ), a partire dai quali si costituisce lo *spazio prodotto globale* della percezione. È ben noto che il sistema visivo periferico e centrale svolge un ruolo di primo piano nella percezione, e che le sue funzioni neurofisiologiche obbediscono a una certa struttura metrica e topologica. Si può altresì mostrare che l'esistenza di una metrica negli spazi sensori-motori dell'uomo e degli animali rappresenta una necessità concettuale manifesta.

La questione di fondo che si pone quando si studia la struttura di questi spazi è allora la seguente: come possiamo spiegare il modo in cui si costituisce un tale spazio pluridimensionale globale della percezione?

Ovvero uno spazio che consente un'*unione* o *sintesi* dei differenti spazi sensori-motori. Ritenendo poco probabile l'idea secondo la quale lo spazio sensibile sarebbe, nel caso della nostra specie, interamente formato geneticamente sin dalla nascita (cioè innato) (Piaget e Inhelder 1972), bisognerà allora ammettere che diversi tipi di "spazi primitivi" svolgono un ruolo specifico. Si tratta dello spazio posturale di tutte le posizioni dell'organismo; degli spazi dell'organogenesi, di cui alcuni conducono alla costruzione di organi metricamente molto controllati, come l'occhio e i muscoli, lo spazio dei movimenti del corpo nel suo intorno, o, per usare il linguaggio di Giacomo Rizzolati, dello "spazio peripersonale" (Rizzolati e Sinigaglia 2005), lo spazio tattile-cinestetico, altri spazi fisiologici.

Una caratteristica importante di questi organi metricamente controllati, che però ammettono anche una certa variabilità topologica, è che i loro movimenti seguono delle variazioni continue di certi parametri geometrici il cui aggiustamento permette il controllo e la variazione (entro certi limiti anatomici-morfologici) della cinematica delle articolazioni del corpo umano, e quindi la sua locomozione e i suoi spostamenti (Gibson 1995). Si pensi, ad esempio, all'angolo dell'avambraccio quando si deve piegare o dispiegare il braccio per raggiungere un bersaglio o cogliere un oggetto, oppure all'angolo del sistema collo-testa la cui variazione è necessaria per consentire di allargare il campo di visione (Berthoz 2003). Tutti questi spazi possiedono naturalmente una struttura di "spazi topologici pluridimensionali" e alcuni di loro hanno anche una struttura metrica assai complessa (Thom 1990). In realtà ci troviamo di fronte a un'operazione di "sintesi" che esige l'eliminazione di un gran numero di parametri superflui. Il punto essenziale è che lo spazio della percezione non è "costruito", come un puzzle, per combinazione di pezzi, ma piuttosto mediante un'operazione quoziente per identificazione del prodotto di un gran numero di spazi fisiologici, la maggior parte dei quali sono provvisti di una vasta gamma di strutture. Notiamo che questa operazione quoziente è formalmente simile all'operazione che permette di ottenere e definire i cosiddetti *spazi quoziente*.

Consideriamo brevemente un'applicazione del concetto astratto di spazio come prodotto globale della percezione ai diversi spazi sensori-motori, a ognuno dei quali corrisponde ciò che potremmo chiamare uno «spazio d'azione» che consente di estendere lo spazio dei nostri movimenti e delle nostre percezioni (Gibson 1995). Supponiamo innanzitutto che l'insieme dei movimenti che l'occhio compie per raggiungere un nuovo bersaglio visivo – movimenti accompagnati da cinestesie e diretti da spostamenti motori – formino il fascio dei cammini che definiscono lo spazio oculo-motore. Ogni cambiamento di posizione di una parte della superficie del nostro corpo, che costituisce un elemento dello spazio sensori-motore, può essere visto come un «cammino» nello spazio visivo-motore. Consideriamo più precisamente ciò che accade quando la testa compie un movimento. In questo caso, una nuova dimensione spaziale emerge, che possiamo designare come lo spostamento della testa "trasportata" dai movimenti oculari. Contemporaneamente emerge anche una nuova dimensione temporale se si ammette che questo spostamento del sistema testa-occhi attiva uno sguardo, che in realtà rappresenta un orizzonte carico di emozioni e di memoria, dunque di una dimensione di temporalità variabile e reversibile, contrariamente alla dimensione temporale

puramente biologica che è globalmente irreversibile (Bergson 1896). Per ritornare al movimento della testa, si potrebbe dire, in altri termini, che i movimenti della testa e quelli dei suoi apparati motori impongono la loro “struttura di cammini” allo spazio visivo-motore. Da questo punto di vista, possiamo affermare che lo spazio oculo-motore si costituisce come un sotto-spazio dello spazio visivo-cefalo-motore. La coordinazione degli occhi con i movimenti della testa rende possibile la stabilizzazione dello sguardo rispetto alle proprietà in qualche modo fisse dell’ambiente circostante. Una nuova dimensione spaziale e temporale fa la sua apparizione con il riorientamento e gli spostamenti dell’intero corpo così come essi vengono diretti dalla testa. Ed è in questo modo che si costituisce uno spazio visivo-locomotore capace di effettuare, si può dire, un’integrazione degli spazi oculo-motore e cefalico per consentire la localizzazione spazio-temporale degli oggetti in un ambiente stazionario; tuttavia, in questo nuovo spazio il nostro corpo è mobile. Tale processo conduce alla formazione di uno spazio cefalo-motore, che funziona come un sistema di riferimento centrale rispetto al quale i diversi sistemi sensoriali trattano in modo coordinato le informazioni legate agli stimoli, in particolare le informazioni relative alle distanze.

Appare dunque del tutto plausibile pensare non solo che ogni sistema sensoriale si organizza inglobando più dimensioni spaziali e temporali, ma che in più l’azione coordinata di tutti questi sistemi generi uno spazio pluridimensionale similmente a ciò che risulta dall’integrazione matematica dei diversi sotto-spazi menzionati (Boi e Contreras 2024). Questa integrazione traduce matematicamente il fatto che esiste molto probabilmente una connessione essenziale tra i diversi spazi percettivi. In altre parole, affinché possa costituirsi uno spazio globale della percezione, ossia uno spazio che sia capace di realizzare delle operazioni globali così complesse come quelle che sono richieste, ad esempio, per il riconoscimento delle forme degli oggetti – soprattutto di quelli mobili, che cioè cambiano di posizione nel tempo –, questa connessione tra i «campi d’azione» corrispondenti ai diversi sotto-spazi percettivi appare fondamentale sul piano geometrico-formale e funzionale ancor più che su quello materiale.

Anche per quanto riguarda il tempo (la dimensione temporale), la percezione e lo sviluppo del nostro organismo, da cui essa dipende in modo essenziale, non funzionano in un presente perpetuo, cioè in uno spazio-tempo statico e assoluto. Il primo punto da sottolineare è che bisogna rinunciare alla tesi materialista secondo la quale un essere vivente è del tutto descrivibile per mezzo dello stato fisico – natura, posizione, velocità istantanea delle molecole che lo compongono – e, di conseguenza, all’idea che i parametri di questo stato fisico determinano i suoi campi di forze, i gradienti di potenziali interni, per cui le leggi della fisica e della chimica sarebbero sufficienti per dedurre le sue reazioni in un ambiente esterno. In effetti, la realtà è infinitamente più ricca e complessa dei nostri modelli. Con questo non si tratta, ovviamente, di negare che le leggi fisiche e chimiche si applicano anche agli esseri viventi, ma di criticare l’idea che un essere vivente si possa ridurre a un mero stato fisico altamente improbabile consistente in un aggregato di molecole. Un essere vivente, e particolarmente un essere umano, è molto di più e di profondamente diverso rispetto a un aggregato di molecole o a un ammasso di cellule (Changeux e Connes, 1989).

Ad esempio, l'accesso più o meno diretto all'infinito, in particolare tramite la matematica o la musica, caratterizza ogni individuo e si tratta di un aspetto peculiare di ogni essere umano che contraddice il modello riduzionista. Se un essere vivente e razionale fosse totalmente descrivibile mediante leggi fisiche, allora vivrebbe in un perpetuo presente, come un computer o un'altra macchina dotata di un programma (di istruzioni) finito. In realtà i fenomeni biologici, e particolarmente i fenomeni psichici in cui si originano i processi percettivi, mostrano bene che non viviamo in un perpetuo presente, né in uno spazio predeterminato. Ognuno di noi vive in un presente che è essenzialmente tributario del nostro passato e del passato degli altri e anche della storia passata della natura e dell'universo, e nello stesso tempo è incluso in un avvenire e orizzonte aperti. L'infinito svolge un ruolo ontologico ed ermeneutico privilegiato per permettere l'identificazione di questo avvenimento singolare, ossia la formazione del "soggetto" o dell'«intersoggettività», che non è una cosa e ancor meno un fenomeno meramente fisico. La fenomenologia di Husserl ha posto con forza il carattere non fisico del soggetto della percezione, e anche la natura irriducibile del senso in quanto dimensione autonoma dell'essere che congiunge completando le dimensioni spaziale, temporale e dell'esperienza vissuta.

I fenomeni del vivente e i processi dell'intelletto non si situano in un presente perpetuo o atemporale a causa (a) dell'irreversibilità dei fenomeni biologici e (b) del carattere spontaneo e auto-organizzato di numerosi fenomeni biologici e sociali. Quando si esaminano questi diversi fenomeni o lo sviluppo ontogenetico e cognitivo dell'individuo, oppure l'individuo in quanto soggetto che pensa e che agisce nel mondo, si è necessariamente condotti a prendere in considerazione una pluralità di modelli concettuali del tempo. Non possiamo più limitarci a considerare il modello della "retta affine" che è servito da fondamento alla meccanica classica, o ai modelli di spazio-tempo della relatività ristretta e relatività generale, dove tuttavia la scelta della coordinata tempo non ha lo stesso ruolo nei due casi: infatti nella relatività generale non c'è nessun campo vettoriale sulla varietà spazio-tempo che assomigli al generatore dell'evoluzione temporale.

Più fondamentale ancora (ed è il secondo punto che volevamo sottolineare) è la pluralità delle dimensioni e manifestazioni del tempo. Infatti, oltre al tempo fisico esiste il tempo storico, quelli della letteratura e della musica, il tempo geofisico della formazione della terra, il tempo paleontologico dell'evoluzione delle specie e quello biologico, il tempo psichico, ecc. Tutte queste dimensioni temporali possiedono delle proprietà specifiche che le rendono peculiari. È chiaro inoltre che esse non appartengono allo stesso livello di realtà, nel senso che non esiste un unico ordine di grandezza o lo stesso sistema di misura; va aggiunto che esse possono essere commensurabili o no. Ad esempio, è chiaro che il tempo paleontologico e quello biologico degli esseri umani, benché si svolgano su scale molto diverse, hanno in comune il fatto di essere entrambi irreversibili perché soggetti all'entropia tipica dei sistemi termodinamici aperti, e anche a una degradazione più o meno lenta (molto più lenta nei fenomeni geofisici rispetto ai fenomeni biologici, a meno di discontinuità brusche o rotture estreme, come accade nel caso di un sisma o di un tumore). D'altra parte, è chiaro che tra il tempo biologico (dell'ontogenesi, ovvero della costruzione dell'individuo) e il tempo psicologico (della percezione, della

memoria, dell'apprendimento, delle paure e delle gioie) esiste un legame e una continuità fondamentali, e appare perciò impossibile pensare al secondo senza presupporre il primo, e nello stesso tempo tra i due esistono delle differenze quantitative e qualitative essenziali. Il tempo biologico ha una *durata* diversa da quello psicologico (in effetti, i cicli e ritmi fisiologici del metabolismo di un organismo non sono affatto gli stessi di quelli del pensiero o della memoria o del sogno). Il primo è globalmente irreversibile e condizionato da certi vincoli morfologici ed evolutivi, mentre il secondo è molto più dilatato, estensibile o contraibile (Vicario 2005); dal punto di vista dell'immaginazione, della memoria e del sogno, esso presuppone una certa reversibilità; infine, il tempo psicologico non avrebbe senso senza ammettere il libero arbitrio, ovvero una piena libertà di scelta.

Le considerazioni precedenti mostrano che la “variabile” o l'operatore tempo agisce in modi anche molto diversi a seconda che appartenga alle cose materiali, al mondo degli esseri viventi, al dominio dell'intelletto e dello spirito o a quello delle emozioni. Per il dispiegamento del tempo psicologico, proprio all'individuo, la memoria svolge un ruolo privilegiato e consente di conferirgli la proprietà della *connessità* (permanenza nel cambiamento): ci ricordiamo di essere noi stessi in diversi momenti della nostra esperienza di vita, e in questo senso il tempo psicologico comporta una certa reversibilità. Ciò che appare incontestabile è che in tutti questi campi il tempo non è per niente assimilabile a quello unidimensionale della fisica classica (dello spazio e del tempo assoluti così come li ha definiti Newton nei suoi *Principia*). Esistono, in effetti, altri modelli possibili per pensare il tempo e specialmente quelli biologico e psicologico, meno vincolanti e riduttori.

Al posto del modello della retta orientata (dei reali), si possono prendere in considerazione delle immagini geometriche molto più ricche (Boi 2011, 2019, 2024), per esempio, uno spazio delle fasi di grande dimensione. Uno di questi modelli potrebbe essere il seguente. Pensiamo a una retta che si avvolge numerose volte in modo irrazionale (i periodi degli avvolgimenti corrisponderanno dunque a numeri irrazionali) intorno a un toro (superficie multi-connessa con un gruppo di omotopia non banale). Un tale modello consentirebbe di tener conto del fatto che esiste una vasta varietà di cicli e ritmi diversi, ognuno dei quali si può concepire come una variabile che si avvolge intorno al toro. A diversi modi di avvolgimento di un laccio (una curva chiusa) sul toro, ossia alle diverse orbite di questo spazio di fase di dimensione infinita si possono così far corrispondere diversi tipi di ritmi ciclici: i ritmi biologici della crescita e della riproduzione, quelli fisiologici del nostro organismo, il ritmo diurno, quello lunare e quello delle stagioni, ecc. Sono queste periodicità multiple e cangianti che, sebbene non siano necessariamente commensurabili, fanno sì che il tempo intuitivo può essere immaginato come uno spazio-tempo storico multidimensionale. Così, in questo modello si hanno esattamente tanti cicli temporali quante sono le dimensioni dello spazio-tempo sul toro, e l'evoluzione di ogni ciclo è intimamente connessa a ogni nuova dimensione con la quale si può stratificare lo spazio-tempo storico.

Il tempo lineare e unico della fisica classica appare allora come una traiettoria di un corpo tra tante altre possibili traiettorie in un sistema dinamico. E si capisce il perché. Siccome l'avvolgimento dei lacci sul toro è irrazionale, incontreremo all'incirca tutte le combinazioni possibili dei

valori di questi tempi ciclici nella nostra traiettoria: un solo laccio ma con tanti modi (periodi) di avvolgimento a ognuno dei quali corrisponde un numero irrazionale. In questo caso un numero è più che un semplice numero, e il suo significato va ben oltre la mera accezione aritmetica per acquistare una valenza dinamica e persino morfologica, (nel senso di Thom 1980, di un cambiamento di forme). È vero, infatti, che questi cerchi (orbite) multipli che si avvolgono intorno al toro hanno per origine una periodicità biologica comune a un gran numero di individui differenti, ma è anche vero che, nello stesso tempo, ciascuna di queste orbite corrisponde a un modo di avvolgimento diverso. Gli irrazionali fanno sì che la ripetizione non sia mai identica a sé stessa ma genera periodicamente (in modo discontinuo) qualcosa di nuovo. Di conseguenza, questo modello non include un unico parametro tempo, bensì una pluralità di parametri ciclici che sono simultaneamente disponibili per ogni individuo. È inoltre possibile che coesistano un tempo policiclico individuale e un insieme coerente a livello di una comunità o di una società, ma affinché ciò si realizzi, è necessario che i diversi tempi ciclici siano comparabili, o, in termini tecnici, che siano “in fase”.

Notiamo inoltre che la percezione intuitiva del tempo psicologico proprio a ogni individuo può variare in modo significativo a seconda del sistema di valori culturali e dell’universo simbolico entro il quale essa si svolge. Si dispone ormai di numerosi studi storici e antropologici che mostrano l’importanza di riconoscere la variabilità della percezione intuitiva che gli individui hanno del tempo secondo il tipo di società e persino il tipo di civiltà in cui hanno vissuto o vivono. Si è ad esempio messo in luce che le civiltà anglosassoni sono molto più tributarie del tempo affine (pensato sul modello della retta affine, che ammette almeno un punto fisso ed è rappresentabile tramite un sistema di equazioni lineari) che le civiltà mediterranee, molto più familiari con il modello di tempo policiclico. Potremo dire che nelle civiltà mediterranee il tempo è vissuto come se scorresse in modo essenzialmente fluido, e ammettesse non un solo ritorno ciclico a ripetizione (a mo’ di spirale), ma più ritorni (ripiegamenti, avvolgimenti) ciclici. Questi ritorni ciclici, sebbene appaiano a differenti livelli della realtà, sono tuttavia l’espressione di storie multiple potendosi anche intersecare, quindi legate in un modo o in un altro, e persino comparabili e permutabili.

In più, ed è importante sottolinearlo, il tempo può essere percepito come un vettore di trasformazione delle cose o addirittura come un principio “immateriale” di azione capace di metamorfizzare le cose in altre cose con nuove proprietà e qualità. In entrambi i casi il tempo ha, per così dire, un potere causale, meglio: multi-causale. Il tempo può così essere concepito come un agente di generazione di ciò che addviene e un fattore essenziale dell’auto-organizzazione o «creazione» spontanea dei fenomeni. Possiamo allora attribuire al tempo due proprietà che sono da cogliere nella loro intima connessione ed effettiva interdipendenza, perché la presenza dell’una comporta necessariamente l’esistenza dell’altra: si tratta delle coppie concettuali ripetizione/cambiamento, o anche, in altri termini, memoria/evoluzione.

Più generalmente, il problema metafisico del tempo, come il grande scrittore argentino Jorge Luis Borges ha messo bene in luce, è quello della nostra identità cangiante e delle altre identità cangianti, laddove questo

cambiamento della nostra identità può incontrare, in luoghi e momenti anche molto diversi e secondo delle modalità perlopiù contingenti e generalmente imprevedibili, il cambiamento delle altre identità, e quando ciò avviene, essa ne trae ragione per rinnovarsi o riorientarsi, e nello stesso tempo si riverbera sulle altre cose modificandone caratteri e propensioni. Questa riverberazione produce degli effetti sulla luce e la testura, sui colori, i suoni e altre qualità sensibili delle cose accentuandone le salienze e intensificandone le pregnanze (De Broglie 1937). Se dico che qualcosa è cambiato, in realtà non sto dicendo che questo qualcosa è stato sostituito da qualcos'altro. Scrive Borges, se dico: “il seme è germogliato”, non intendo solamente dire che una pianta ha preso il posto del seme, ma piuttosto che questo seme si è *trasformato* in qualcos'altro di essenzialmente (ontologicamente) diverso, cioè in una pianta.

Chiediamoci ora come ciò possa avvenire? La risposta più verosimile (anche se forse non l'unica) è: grazie alla creazione spontanea di nuove forme e strutture capaci di altre attività e funzioni. Ora chi dice “trasformazione”, dice movimento, cambiamento, emergenza di nuove forme, e tramite tale processo si accede a una dimensione fondamentale della realtà, che abita l'interazione tra i diversi territori che ne costituiscono la sua topografia complessa, e dove lo spazio e il tempo non solo prima o poi si potranno incontrare, ma in più coopereranno per generare nuove morfologie e forme di vita del tutto inaspettate. In questo modo di rappresentazione, diversamente da quanto accade nel modello meccanicista della fisica classica e della geometria analitica cartesiana, non si hanno due parametri, l'asse orizzontale dello spazio (l'ascissa) e l'asse verticale del tempo (l'ordinata), dati una volta per sempre e fissati in una sorta di linearità piatta immutabile, bensì due variabili le cui posizioni sono relative e possono deformarsi in modo elastico (senza strappi né squarci) attraverso diversi modi di stiramento e ripiegamento (Thom 1980, Deleuze 2010), secondo molteplici direzioni; e questi modi possono interagire incessantemente per pervenire a un nuovo possibile stato. In fondo, non si può capire cos'è il tempo proprio di un individuo semplicemente proiettandolo sul tempo lineare e misurabile della fisica. Sia la nozione d'“individuazione” in biologia, la stessa che dovrebbe farci capire che un individuo è molto di più e qualcosa di profondamente diverso rispetto a una collezione di molecole, e altresì differente rispetto a tutti gli altri membri appartenenti alla stessa specie, sia il carattere peculiare dell'individualità, dell'«essere» fatto di conscio e inconscio, razionalità e sensibilità, capace di ragione e immaginazione, sono molto verosimilmente connesse con la nozione di tempo proprio, ossia legate a una temporalità policiclica e pluridimensionale, a quella che Husserl chiamò l'“esperienza interna del tempo” (Husserl 1991).

L'intento di queste riflessioni era di mostrare che questo tessuto relazionale fatto di spazialità e temporalità differenti contribuisce alla costruzione individuale e collettiva della coscienza libera di ognuno.

## Riferimenti bibliografici

- Bergson, H. (2004). *Durata e simultaneità*. Trad. it F. Polidori. Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Bergson, H. (1896). *Matière et mémoire*. Paris: PUF.
- Berthoz, A., & Christen, Y. (Eds.). (2009). *Neurobiology of «Umwelt»: How Living Beings Perceive the World*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Berthoz, A. (2003). *Il senso del movimento*. Trad. it E. Dal Pra, A. Rodighiero. McGraw-Hill Education.
- Berthoz, A. (2015). *La vicarianza. Il nostro cervello creatore di mondi*. Trad. it. S. Ferraresi. Torino: Codice editore.
- Boi, L. (2019). *Espace, modèles de géométrie et phénoménologie de la perception. Des idées de Husserl à quelques développements mathématiques et psychophysiques récents*. In D. Pradelle & J. Farge (Eds.), *Husserl, la phénoménologie et les fondements des sciences* (pp. 193-218). Paris: Hermann.
- Boi, L. (2011). *Generazione e visualizzazione delle forme nello spazio: Proprietà topologiche e percezione di superfici geometriche*. *Visible*, 8, 1-46.
- Boi, L. (2007). *Phénoménologie et méréologie de la perception spatiale, de Husserl aux théoriciens de la Gestalt*. In L. Boi, P. Kerszberg, & F. Patras (Eds.), *Rediscovering Phenomenology. Phenomenological essays concerning mathematical beings, physical reality, perception and consciousness* (pp. 33-66). Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Boi, L. (2004). *Questions Regarding Husserlian Geometry and Phenomenology: A Study of the Concept of Manifold and Spatial Perception*. *Husserl Studies*, 20(3), 207-267.
- Boi, L. (2013). *Réflexions épistémologiques à propos de la perception spatiale*. *Metodo*, 1(1), 1-26.
- Boi, L. (2001). *Sur quelques aspects phénoménologiques, géométriques et esthétiques de la perception et de la relation entre surface, forme et couleur*. *Visio*, 6, 205-247.
- Boi, L., & Contreras, A. R. (2024). *Spatiality, Geometric Fields and the Phenomenology of Perception: From Husserl Ideas to Its Mathematical and Psychophysical Developments*. *Philosophical Psychology* (forthcoming).
- Boi, L. (2011). *Morphologie de l'invisible. Transformations d'objets, formes de l'espace, singularités phénoménales et pensée diagrammatique*. Limoges: Presses Universitaires de Limoges/PULIM.
- Boi, L. (2004). *Theories of Space-time in Modern Physics*. *Synthese*, 139, 429-489.
- Buser, P., & Imbert, M. (1987). *Vision. Neurophysiologie fonctionnelle IV*. Paris: Hermann.
- Changeux, J.-P., & Connes, A. (1979). *Matière à penser*. Paris: Odile Jacob.
- De Broglie, L. (1937). *Matière et lumière*. Paris: Albin Michel.
- Delbrück, M. (1986). *Mind from Matter: Essay on Evolutionary Epistemology*. Ed. G. S. Stent. Oxford: Blackwell Science Publications.
- Deleuze, G. (2010). *La piega. Leibniz e il barocco*. A cura di D. Tarizzo. Torino: Einaudi.
- Field, D. J., Hayes, A., & Hess, R. F. (1993). *Contour Integration by the Human Visual System: Evidence for a Local 'Association Field'*. *Vision Research*, 33, 173-193.
- Ghiani, A., et al. (2011). *Binding Mechanisms in Visual Perception and Their Link with Neural Oscillations: A review of evidence from tACS*. *Frontiers in Psychology*, 12, 649-677.
- Gibson, J. J. (1995). *Un approccio ecologico alla percezione*. A cura di V. Santarcangelo. Bologna: Il Mulino.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). *Receptive Fields, Binocular Interaction and Functional Architecture in the Cat's Visual Cortex*. *Journal of Physiology*, 160, 106-154.
- Husserl, E. (2009). *La cosa e lo spazio – Lezioni 1907*. A cura di V. Costa. Roma: Rubbettino.
- Husserl, E. (2011). *Per la fenomenologia della coscienza interna del tempo*. A cura di A. Marini. Milano: Franco Angeli.
- Husserl, E. (2002). *Idee per una fenomenologia pura e per una filosofia fenomenologica. 2 Voll.* A cura di V. Costa. Torino: Einaudi.
- Jeannerod, M. (2002). *La nature de l'esprit*. Paris: Odile Jacob.
- Kanizsa, G. (1986). *Grammatica del vedere. Saggi su percezione e gestalt*. Bologna: Il Mulino.
- Maffei, L., & Mecacci, L. (1979). *La visione dalla neurofisiologia alla psicologia*. Milano: Mondadori.
- Maffei, L. (2011). *La libertà di essere diversi. Natura e cultura alla prova delle neuroscienze*. Bologna: Il Mulino.
- Metzger, W. (1975). *Psychologie: Die Entwicklung ihrer Grundannahmen seit der Einführung des Experiments*. Steinkopff Herausgeber.
- Merleau-Ponty, M. (2003). *Fenomenologia della percezione*. Trad. it. A. Bonomi. Milano: Bompiani.
- Merleau-Ponty, M. (2019). *La struttura del comportamento*. A cura di M. Ghilardi, L. Taddio. Milano: Mimesis.
- Ninio, J. (1996). *L'impreinte des sens. Perception, mémoire, langage*. Paris: Odile Jacob.
- Palmer, S. E. (1992). *Modern Theories of Gestalt Psychology*. In G. W. Humphreys (Ed.), *Understanding Vision: An Interdisciplinary Perspective* (pp. 39-70). Cambridge, MA: Blackwell.
- Piaget, J. (1999). *La costruzione del reale nel bambino*. Trad. it. Gioia Gorla. Firenze: La Nuova Italia.

- Piaget, J., & Inhelder, B. (1972). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris: PUF.
- Poincaré, H. (1902). *L'espace et la géométrie*. In *La science et l'hypothèse*. Paris: Flammarion.
- Poincaré, H. (1930). *Pourquoi l'espace a trois dimensions?* In *Dernières pensées*. Paris: Flammarion.
- Rizzolatti, G., et al. (2006). *The Inferior Parietal Lobule: Where Action Becomes Perception*. *Novartis Foundation Symposium*, 270, 129-140.
- Simondon, G. (2013). *Cours sur la perception (1964-1965)*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Schmidt, T. (2009). *Perception: The Binding Problem and the Coherence of Perception*. In *Encyclopedia of Consciousness* (pp. 147-158). Oxford: Academic Press.
- Thom, R. (1990). *Apologie du logos*. Paris: Hachette.
- Thom, R. (1988). *Esquisse d'une semiophysique*. Paris: InterEditions.
- Thom, R. (1980). *Parabole e catastrofi*. Intervista su matematica, scienza e filosofia. A cura di G. Giorello, S. Morini. Milano: Il Saggiatore.
- Whitney, H. (1955). *On Singularities of Mappings. I: Mappings of the Plane Into the Plane*. *Annals of Mathematics*, 63(3), 374-410.
- Vicario, G. B. (2005). *Il tempo*. Saggio di psicologia sperimentale. Bologna: Il Mulino.
- Von Uexküll, J. (2015). *Ambienti animali e ambienti umani. Una passeggiata in mondi sconosciuti e invisibili*. A cura di M. Mazzeo. Macerata: Quodlibet.
- Vygotskij, L. (2007). *Pensiero e linguaggio*. *Ricerche psicologiche*. A cura di L. Mecacci. Roma-Bari: Laterza.
- Weyl, H. (2009). *Mind and Nature: Selected Writings on Philosophy, Mathematics, and Physics*. Princeton, NJ: Princeton University Press.