

5



ARNALDO BENINI

Professore emerito di neurochirurgia e neurologia all'Università di Zurigo. Tra i suoi saggi più recenti spiccano "Neurobiologia del tempo" (2017), un'indagine a tutto campo sulla natura e sul senso del tempo negli esseri viventi dotati di sistema nervoso.

PASSATO PRESENTE FUTURO

IL CERVELLO CREA IL TEMPO, LO MANIPOLA E LO CELA ALL'AUTOCOSCIENZA

Raramente ci si chiede cosa sia il tempo.

Ci si annoia e si sbuffa se il tempo non passa mai, o ci si innervosisce se il tempo manca, ma nemmeno in questi frangenti ci si chiede che cosa il tempo sia e da dove venga.

Jorge Luis Borges dice che il tempo è un fiume che ci trascina. È una sensazione comune, il tempo passa - lo avvertiamo - e noi cambiamo

col tempo, nell'aspetto e nel modo di pensare e di considerare la vita. Ma ciò nondimeno rimaniamo noi stessi. Borges aggiunge, con grande acutezza, che il fiume siamo noi.

La natura del tempo è elusiva: non si vede, non si tocca, non si annusa, non si sente come un suono, ma nondimeno l'autocoscienza (che è la coscienza del nostro Io, si sarebbe detto tempo fa) lo sente (non lo percepisce) come parte di sé. Del tempo si misura la durata. Un'esperienza



apparentemente banale (in realtà assai complessa): quando guardiamo l'orologio, la coscienza dà un valore numerico a che cosa? Quando lo riguardiamo più tardi, abbiamo misurato la durata di che cosa? Del tempo. Ma il tempo che cos'è e dov'è? C'è chi, fra i fisici teorici, compreso Einstein, con risultati d'equazioni elegantissime senza rapporto con la realtà, nega l'esistenza del tempo, anche se ciò che si misura deve pur esistere.

LA NATURA DEL TEMPO

Il tempo ha interessato i filosofi a partire da Platone, e, con Newton, è diventato un dilemma della fisica.

In realtà nessuno di loro ha contribuito a chiarirne la natura. Fino a David Hume la riflessione sul tempo, anche da parte di Newton e Leibniz, ha avuto principalmente connotati religiosi, che si rifacevano alla concezione di Platone che il tempo era stato creato dal "Fattore", cioè da Dio, quando creò il mondo e col mondo sarebbe finito. Non c'era altro da cercare. Il tempo, per Newton, è l'orologio di Dio.

La natura del tempo fu intuuta dal filosofo Immanuel Kant e indagata scientificamente dal biologo tedesco Hermann von Helmholtz (1821-1894).

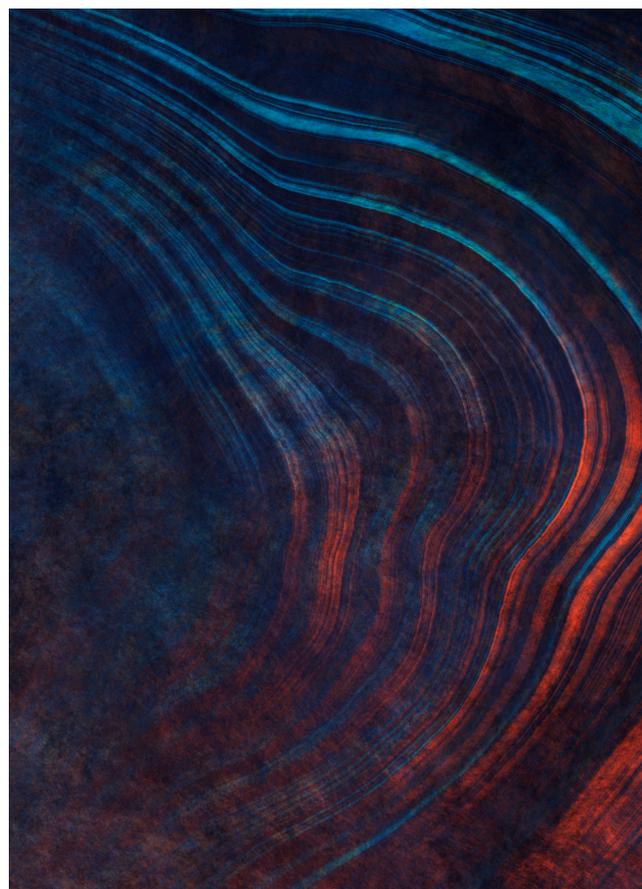
A partire dagli studi del neuro-biologo californiano Benjamin Libet (1916-2007) negli anni '60 del secolo scorso, la biologia del tempo è uno dei campi di studio più interessanti delle neuroscienze⁽¹⁾.

Per David Hume il tempo è una percepibile successione di oggetti mutevoli. Esso è quindi un concetto empirico: percepiamo il tempo come componente del mondo di cui abbiamo esperienza⁽²⁾.

Non è una posizione attendibile, perché si ha il senso del tempo anche se nulla si muove e cambia, cioè se non si percepisce nulla. Il tempo, per Kant, non è un concetto empirico derivato dall'esperienza. Al contrario, l'esperienza del mondo che si acquisisce con gli organi di senso e si elabora con i meccanismi della percezione e la vita mentale sono inserite in uno dei tralicci cognitivi chiave dell'esistenza, il tempo, il cui fondamento è la memoria.

Per Immanuel Kant il tempo è una "forma del nostro senso interno, [...] forma pura dell'intuizione sensibile, e non qualcosa che sussiste per se stesso. Esso è una condizione a priori di ogni apparenza in generale⁽³⁾."

Il senso del tempo è dentro di noi, a priori rispetto all'esperienza. Per questo la coscienza non percepisce il tempo, ma lo



sente. Kant non parla di cervello, ma nondimeno le sue riflessioni sulla categoria a priori del tempo sono ancora oggi le basi concettuali della ricerca neurobiologica del senso del tempo. L'intuizione kantiana fu confermata sperimentalmente da un biologo, che era anche profondo conoscitore della sua filosofia. Hermann von Helmholtz, con esperimenti sull'elettricità animale, localizza nel cervello i meccanismi che inviano ai centri della coscienza il senso del tempo. Con quei meccanismi - diciamo oggi - trasmessi dal genoma da una generazione all'altra, noi veniamo al mondo. I meccanismi nervosi del tempo maturano insieme ai centri della memoria e a partire dai 3 anni e mezzo di vita si ha il senso del tempo: nel linguaggio della maggior parte dei bambini la parola domani compare prima di ieri, perché quest'ultima richiede la maturazione dei centri della memoria⁽⁴⁾. La natura nervosa del tempo è confermata dalla sua presenza, ovviamente non numerica, in tutti gli esseri viventi con sistema nervoso centrale, anche se minuscolo come in api e formiche. In alcune specie di api esso sembra più preciso di quello umano⁽⁵⁾. Von Helmholtz dimostrò, nel 1849, non solo che i meccanismi del senso del tempo sono nel cervello (con le tecnologie di allora non si potevano localizzare

(1) A. Benini *Neurobiologia del tempo* Cortina Milano 2017

(2) D. Hume *Trattato sulla natura umana*, tr. it. Laterza Roma-Bari 1975 pp.48 sgg

(3) I. Kant *Critica della ragion pura*, tr. it. Bompiani Milano 1987 Vol. 1 pp. 21,86 sgg,205

(4) J. Piaget *Lo sviluppo del senso del tempo nel bambino*, tr. it. Nuova Italia Firenze 1979

(5) R. Menzel, M. Eckoldt *L'intelligenza delle api. Cosa possiamo imparare da loro* Cortina Milano 2017 pp.259sg



LA VARIABILE TEMPO
CONDIZIONA LE
NOSTRE SCELTE MA
NON SAPPIAMO
ANCORA COME AGISCE
SULLA COSCIENZA

meglio), ma che fra di loro e i meccanismi nervosi dell'autocoscienza non c'è simultaneità, come l'esperienza ci fa credere. L'illusione della simultaneità fra l'esperienza e la sua presa di coscienza è il dato cognitivo fondamentale del nostro rapporto col mondo e con la nostra interiorità.

Fra la stimolazione elettrica di un muscolo e la sua contrazione sembra non esserci alcun intervallo, i due eventi ci appaiono simultanei: in realtà, dimostrò von Helmholtz, c'è un intervallo di una frazione di secondo misurabile con un miografo. L'intervallo è tanto più lungo quanto più è lungo il nervo stimolato. La simultaneità dei due eventi (stimolazione del nervo e contrazione del muscolo) è una delle tante illusioni dell'autocoscienza.

Studiando la percezione del dolore fisico, von Helmholtz capì che lo stimolo doloroso applicato in una parte del corpo è percepito, cioè raggiunge i centri della coscienza nel cervello, dopo uno spazio di tempo che oggi sappiamo essere di circa mezzo secondo. Di quel lungo intervallo non avvertiamo nulla, perché i centri della coscienza non ne sono informati. Von Helmholtz compiangere la "povera balena" per il tempo che ci mette a rendersi conto d'esser stata morsicata nella coda, lontanissima dal cervello.

La neurobiologia ha non solo individuato la natura nervosa, ed esclusivamente nervosa, del senso del tempo, ma ha anche scoperto quanto l'autocoscienza - per la quale stimolo e percezione sono simultanei - sia lontana dalla realtà. Il cervello è una macchina che crea il tempo, lo manipola e lo cela all'autocoscienza secondo criteri che, per la finalità evolutiva, non sempre sono facili da capire.

Un'altra frequente manipolazione del senso del tempo è la sua "compressione", di cui riportiamo un esempio eclatante. Se siamo toccati simultaneamente in faccia e in un piede, siamo certi d'averne coscienza nel momento in cui ciò avviene, quindi senza il mezzo secondo d'intervallo fra stimolazione e coscienza, e simultaneamente in faccia e nel piede.

In realtà lo stimolo in faccia arriva quasi subito alla regione cerebrale parietale della sensibilità attraverso il nervo trigemino, lo stimolo del piede invece percorre il nervo della gamba, il midollo spinale e il midollo allungato per arrivare alla stessa regione parietale dello stimolo dalla faccia. Ma la coscienza li avverte come simultanei.

Di "compressione del tempo" si potrebbero portare molti esempi. Quando parliamo con una persona, vediamo le sue labbra che si muovono, sentiamo quel che dice e

(6) E.S. Norton, S.D. Beach, J. De Gabrieli *Neurobiology of Dyslexia Current Opinion in Neurobiol.* 30, 73-78, 2015

(7) E. Mach *Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen* Fischer Jena 5.a ediz. 1906 p.206

(8) O. Macron *Il 30 febbraio E altre curiosità sulla misurazione del tempo*, ed.it. Archinto Milano 2018

(9) E. Minkowski *Il tempo vissuto. Fenomenologia e psicopatologia* ed.it. Einaudi Torino 2004, in part.p.76

(10) B. Libet *Mind Time Il fattore temporale della coscienza*, tr.it. Cortina Milano 2007

(11) L. Koenisberger Hermann von Helmholtz *Vieweg Braunschweig* 1902 Vol.1 pp.122-133

(12) Th. Forsyth Torrance *Time in scientific and historical research* *Epistemologia* 10, 73-80, 1987

(13) G. Edelman *Il presente ricordato Una teoria biologica della coscienza*, tr.it. Rizzoli Milano 1991

ne capiamo il contenuto, e tutto simultaneamente. I meccanismi di quest'evento estremamente complicato sono visivi, acustici e d'attivazione delle aree del linguaggio, e hanno latenze diverse: i tempi vengono compressi fino a creare l'illusione della simultaneità. Un disturbo della compressione del tempo potrebbe essere la causa della dislessia, che è la difficoltà a leggere ad alta voce: mancherebbe la coordinazione fra aree visive, aree del linguaggio e aree motorie. La compressione del tempo di uno dei molti meccanismi nervosi della lettura ad alta voce non avverrebbe o sarebbe insufficiente⁽⁶⁾.

La compressione del tempo si manifesta in tutte le persone in età avanzata. "Quanto breve mi sembra ora una giornata", diceva il fisico Ernst Mach, "a paragone di quelle dell'infanzia"⁽⁷⁾. Nell'età avanzata il senso del tempo presente e, soprattutto del passato, è compresso: i giorni "volano", molti anziani dicono che è "sempre sabato" e il tempo passato, anche di decenni, sembra trascorso "in un attimo". Costanza e ubiquità del fenomeno lasciano supporre che si tratti della modificazione dei centri nervosi del tempo in seguito all'età.

LA MISURA DEL TEMPO

Esistono due modi d'essere del tempo, entrambi creati dal cervello. Uno è il tempo spaziale e oggettivo, assoluto, che scorre indipendentemente da quel che succede nell'universo, misurato dagli orologi, creati dal cervello a partire dalle meridiane fino agli orologi ultraprecisi di oggi, per dare un valore numerico al tempo⁽⁸⁾.

Nella letteratura scientifica questo tempo è indicato con l'acronimo GT, cioè *government time*, tempo del governo. I grandi orologi meccanici dall'alto dei palazzi del potere e dei campanili indicavano al popolo il ritmo della vita al quale attenersi. Il GT ha acquisito un valore economico crescente e, soprattutto a partire dalle società industriali, condiziona rigorosamente la vita di tutti. Se gli orologi smettessero di funzionare, la società crollerebbe nel caos. Il PT è il *personal time*, il tempo personale fenomenologico e vissuto, flessibile e variabile perché condizionato dall'affettività. Un'ora passata con un libro noioso non passa mai, se invece si chiacchiera con una bella ragazza - diceva Einstein, che poi sosteneva che il tempo non esiste - è presto trascorsa. Il GT è creato dai meccanismi nervosi della razionalità, il tempo fenomenologico o PT è condizionato in misura

determinante dai centri nervosi dell'affettività e della memoria⁽⁹⁾. Le neuroscienze hanno localizzato i centri del senso del tempo negli stessi organi cerebrali dell'affettività e della memoria.

IL PASSATO E IL PRESENTE

Per le neuroscienze vale esclusivamente il principio della freccia del tempo, che va dal passato al futuro. I viaggi nel tempo, avanti e indietro, cari a molti fisici teorici, sono sempre e solo puramente mentali, per la compresenza, nella coscienza, di passato, presente e futuro. Viaggi reali nel tempo sono fantascienza. Noi viviamo, e di ciò ci sentiamo certi, nel presente.

Riprendendo e approfondendo gli esperimenti di von Helmholtz, Libet e la sua scuola hanno dimostrato l'illusione della simultaneità del senso del presente: del presente siamo coscienti circa mezzo secondo dopo averlo vissuto, perché tanto dura il tempo necessario ai meccanismi nervosi per trasformare gli stimoli elettro-chimici di un'esperienza, fisica o mentale, in un evento cosciente⁽¹⁰⁾.

"I pensieri" - scrisse von Helmholtz al padre, scettico sulle ricerche del figlio - non sono così veloci come ci sembrano⁽¹¹⁾. La neocorteccia cerebrale ha bisogno di tempo per elaborarli, e di quel tempo i centri dell'autocoscienza non avvertono nulla. In realtà non viviamo nel presente. Esso, alla luce delle neuroscienze è, direbbe Leibniz, una verità della ragione ma non una verità di fatto⁽¹²⁾. La verità di fatto è che viviamo nel passato. Il presente, e ciò che avvertiamo coscientemente come passato, sono ricordati⁽¹³⁾. Il disorientamento spaziale e temporale di coloro che, ad esempio in caso di demenza avanzata, hanno perduto quasi totalmente la memoria, è dovuto al mancato trasferimento degli stimoli dell'esperienza ai centri nervosi della memoria.

IL FUTURO

L'anticipazione mentale del futuro, di cui verosimilmente nessun'altra specie è capace, è essenziale per la coscienza umana⁽¹⁴⁾. Noi siamo in grado di distogliere l'attenzione dal presente per simulare mentalmente eventi che potrebbero accadere nel futuro. Non si pensa al tempo che verrà: si immaginano eventi e cose che possono riempire il tempo futuro e si riflette sui rapporti che essi hanno o possono avere col nostro presente.

La capacità d'immaginare eventi con forti



GOVERNMENT

TIME E PERSONAL

TIME: DUE TEMPI

MOLTO DIVERSI

contenuti emotivi che potrebbero succedere ha un chiaro valore adattivo ⁽¹⁵⁾. Ci si prepara, e, se necessario, si sta in guardia. Per questo vantaggio, verosimilmente, la singolare capacità di saggiare mentalmente il futuro è emersa nell'evoluzione.

La domanda, in termini biologici, è da dove venga ciò che i meccanismi nervosi della mente proiettano nella dimensione del futuro.

Con le tecniche di neuromaging (in particolare con le risonanze magnetiche funzionali) è possibile vedere in tempo reale quali aree e organi del cervello sono attivi e con quale intensità. Se si è concentrati su di sé nel presente, è fortemente attiva una parte del lobo prefrontale, molto più attiva di quando si riflette su passato e futuro. La parte inferiore del lobo parietale è invece molto più attiva se si riflette su passato e futuro, e più attiva ancora se il futuro cui si pensa è lontano.

Nel caso di un futuro prossimo, in particolare con un'attesa d'eventi positivi, è particolarmente attivo il nucleo caudato, che è parte del telencefalo.

Le aree sono sempre più attive se si riflette sul proprio futuro e non sul futuro del paese, della società o in generale ⁽¹⁶⁾. Il reperto

fondamentale è l'attività delle stesse aree nella riflessione sul passato e nella anticipazione del futuro.

Riflettendo sul futuro, in termini di possibilità concrete e non di vaghi desideri, sono attive le aree della memoria, come quando si riflette sul passato.

Il futuro al quale si pensa è quindi, nella sostanza, una proiezione di esperienze passate.

Filosofi e fisici hanno riflettuto sul tempo senza cercarne la natura. Per la fisica, diceva Richard Feynman, non è realmente importante come definire il tempo, ma come misurarlo ⁽¹⁷⁾.

Le neuroscienze cognitive spiegano uno dei tralci fondamentali dell'esistenza con dati corroborati da ricerche intense e sagaci, anche se lontane dall'essere definitive. Esse, a differenza della fisica, non hanno unito spazio e tempo in uno spaziotempo in cui il tempo sarebbe una dimensione dello spazio, anche perché i due eventi hanno meccanismi nervosi in parte diversi, chiariti negli ultimi anni con esperienze memorabili ⁽¹⁸⁾.

Sappiamo che il tempo è reale, che è nel cuore della natura e che è creato, nell'uomo e in tutti gli animali, dal sistema nervoso.

• (14) C.M. Atance, D.K.O'Neill *Episodic future thinking Trends in Cogni.Sci.* 5, 533-539, 2001

• (15) A. D'Argembeau, G. Xue, et al. *Neural correlates of envisioning emotional events in the near and far future NeuroImage* 40, 398-407, 2008

• (16) A. D'Argembeau, D. Stawarczyk, et al. *Modulation of medial prefrontal and inferior parietal cortices when thinking about past, present, and future selves Social Neurosci.* 5, 187-200, 2010; A. D'Argembeau, D. Stawarczyk, et al. *The neural basis of personal goal processing when envisioning future events J. of Cogni. Neurosci.* 22, 1701-1713, 2010

• (17) R. Feynman *Lectures on Physics Basic Books New York* 1963, vol. 5, cap.1.

• (18) A. Tsao, M-B. Moser, E.I. Moser, et al. *Integrating time from experience in the lateral entorhinal cortex Nature* 561, 57-62, 2018