

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

## Dolore e complessità

### **This is the author's manuscript**

*Original Citation:*

*Availability:*

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/138391> since

*Terms of use:*

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

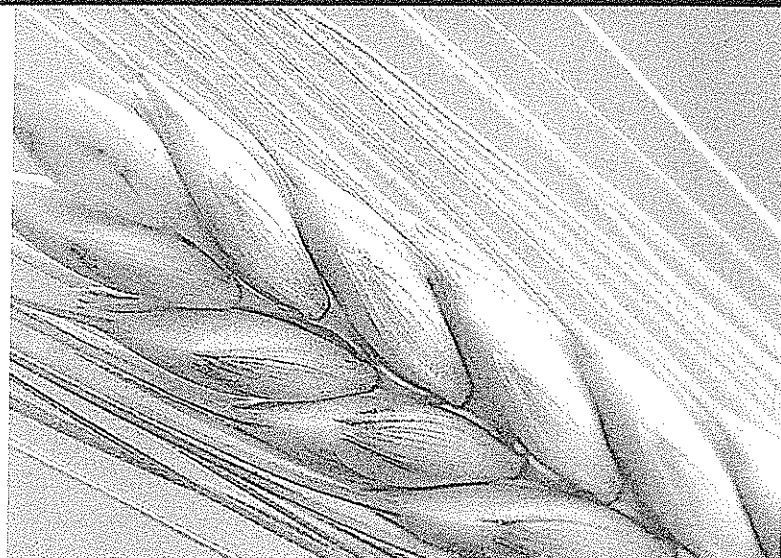
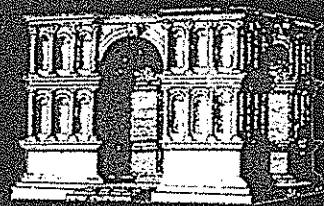
Istituto per l'Analisi dello Stato Sociale

estate 2013

# L'Arco di Giano

76

RIVISTA DI MEDICAL HUMANITIES



## La natura, l'uomo, il dolore

A cura di Maria Luisa Sotgiu

edizioni

**PANORAMA**  
Sanita.

# La natura, l'uomo, il dolore

---

A cura di Maria Luisa Sotgiu



Istituto per l'Analisi dello Stato Sociale

## DIRETTORE

Mariapia Garavaglia

## COMITATO SCIENTIFICO

Anna Banchero, *legislazione regionale sociosanitaria* - Giovanni Berlinguer, *bioetica* - Mario Bertini, *psicologia* - Paola Binetti, *pedagogia medica* - Alberto Bondolfi, *filosofia morale e bioetica* - Luigino Bruni, *economia politica* - Mauro Ceruti, *filosofia della scienza* - Gilberto Corbellini, *storia della medicina* - Giorgio Cosmacini, *storia della sanità* - Francesco D'Agostino, *filosofia del diritto* - Bruno Dallapiccola, *genetica* - Dietrich von Engelhardt, *teoria della medicina* - Adriano Fabris, *filosofia delle religioni* - Bernardino Fantini, *storia e filosofia delle scienze biologiche* - Carlo Favaretti, *management sanitario* - Raffaele Landolfi, *clinica* - Salvino Leone, *bioetica* - Luca Marini, *diritto internazionale* - Alessandro Pagnini, *storia della filosofia* - Roberto Palumbo, *habitat* - Augusto Panà, *sanità pubblica* - Corrado Poli, *ecologia* - Alberto Quadrio Curzio, *economia politica* - Pietro Rescigno, *sanità e diritti umani* - Walter Ricciardi, *sanità internazionale* - Rosanna Tarricone, *economia sanitaria* - Willem Tousijn, *sociologia* - Marco Trabucchi, *neuroscienze* - Massimo Valsecchi, *politica economico-sanitaria* - Silvia Vegetti Finzi, *psicoanalisi*

## COORDINAMENTO

Francesca Vanara

## SEGRETERIA DI REDAZIONE

Giuseppina Ventura

La corrispondenza con la direzione e la redazione va inviata a:

«L'Arco di Giano» c/o I.A.S.S. - Istituto per l'Analisi dello Stato Sociale  
Piazza Luigi di Savoia, 22 - 20124 Milano  
Tel. e Fax 0258301407 - [iassgiano@gmail.com](mailto:iassgiano@gmail.com)

## EDITORE

edizioni



EDIZIONI PANORAMA DELLA SANITÀ - S.C.A R.L.  
Piazzale di Val Fiorita, 3 - 00144 Roma - Tel. 065911662 - Fax 065917809  
[abbonamenti@panoramasanita.it](mailto:abbonamenti@panoramasanita.it) - [info@arcodigiano.org](mailto:info@arcodigiano.org) - [www.arcodigiano.org](http://www.arcodigiano.org)

## ABBONAMENTI 2013

Italia €60,00 - Paesi U.E. €80,00 - Paesi Extra U.E. €90,00

da versare su:

c/c p. 98765001

c/c 2854/45 Banca Popolare di Sondrio ABI 5696 - CAB 3211 - CIN A

Intestati a Iniziative Sanitarie s.r.l. - Viale di Val Fiorita, 86 - 00144 Roma

---

Autorizzazione del Tribunale di Milano n. 636 del 20/11/1992 - Direttore responsabile: Sandro Franco - Trimestrale  
Poste Italiane S.P.A. Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/2/2004 n. 46) art. 1 comma 1 DCB- Roma

Finito di stampare nel mese di settembre 2013 dalla tipografia "Varigrafica Alto Lazio" - Nepi

Chiunque è autorizzato a utilizzare e duplicare gli articoli de *L'Arco di Giano*.  
Naturalmente apprezziamo chi vorrà, per correttezza, citare la fonte.

---

FOTO DI COPERTINA: SANDRO FRANCO

# Dolore e complessità

DI GERMANA PARETI

## Coscienza e dolore

Esistono parole, nel lessico italiano, che sarebbe il caso di disambiguare senza reticenze. Tra queste, “coscienza” e “dolore”. Questi termini vanno sovente a braccetto e, sul piano filosofico, hanno generato non poche confusioni, che i filosofi della mente e del linguaggio si sono sforzati di dileguare. Altre lingue, soprattutto il tedesco, risultano più precise e usano (almeno) due lemmi differenti per riferirsi a certi problematici concetti. Per esempio, proprio il tedesco dispone di più termini per distinguere la consapevolezza sensoriale (*Bewusstsein*) e la coscienza di sé (*Selbstbewusstsein*) da quella in senso morale o intesa come “responsabilità” (*Gewissen*). Nella lingua italiana, invece, la sola voce “coscienza” si adatta a molteplici usi, con valenza psicologica, morale ecc., come quando si deplora il comportamento di qualcuno, lamentando che «non ha coscienza», o si indica il cuore o il petto per significare che proprio lì essa alberga. Così facendo, si cade in una sorta di “errore categoriale”, che già il filosofo inglese Gilbert Ryle aveva denunciato a proposito di un altrettanto poco maneggevole concetto, quello di “mente”. A proposito del dolore, le cose sono forse ancora più complicate. Come ha osservato di recente la scrittrice Elena Loewenthal, l’ebraico ha un lessico ricchissimo per il dolore, con svariate parole per connotarlo, ciascuna con le proprie sfumature, specialmente per la sofferenza psicologica. Per quanto ci riguarda, l’apparente povertà della lingua italiana, a fronte della ricca “presenza” di altre lingue, sembra avere radici profonde. Pur disponendo anche di altri termini ed espressioni (nella fattispecie: “patimento”, “malessere” ecc.), noi italiani continuiamo a sentirci affezionati a “dolore”, e siamo propensi a impiegare questa parola, nel linguaggio sia colloquiale sia scientifico, per denotare tanto il soffrire in senso fisico-fisiologico, quanto il patire emozionale, ma anche psicologico e morale.

## Dolore e complessità/emergenza

Negli ultimi tempi, i concetti di "dolore" e "coscienza" hanno subito la ricaduta di un'altra coppia di nozioni, anch'esse frequentemente appaiate, soprattutto in campo scientifico. Si tratta di "complesso" (o "complessità") e di "emergente". Alcuni decenni fa i filosofi, ma forse ancor prima i sociologi e gli economisti, si erano impadroniti dell'idea di "sistema complesso", che trovava già ampia applicazione in fisica, in riferimento alle interazioni tra le singole parti di un insieme, i cui effetti ricadono sulla struttura generale del sistema stesso. Edgar Morin è stato uno dei più accesi sostenitori della teoria della complessità, che ha contagiato anche chi si occupava, sia pure da diverse prospettive, degli organismi, come per esempio Humberto Maturana e Francisco Varela. Una delle caratteristiche essenziali dei sistemi complessi è quella dell'emergenza. Si sostiene infatti che i sistemi complessi sono caratterizzati da un'evoluzione autorganizzantesi e da una struttura multi-livello, ragion per cui le proprietà globali definienti tali sistemi di ordine più elevato, risultano irriducibili alle proprietà di sottosistemi o parti di livello inferiore, e come tali ritenute "emergenti". Ora, anche il corpo umano può esser visto come un sistema complesso, con sottosistemi gerarchicamente organizzati che, a partire dagli organelli situati all'interno del nucleo cellulare, procedono via via fino ai più articolati insiemi di organi e tessuti, organizzati in un'architettura gerarchica fatta di sistemi e apparati.

A questo punto, è lecito domandarsi se e come la coppia "complesso/emergente" possa interagire con "coscienza/dolore". Neuroscienziati di varia impostazione sono convinti che anche il cervello sia un sistema complesso (benché, di recente, il neurocomputazionalista Olaf Sporns abbia avvertito che sarebbe più corretto parlare di *modello* di sistema complesso), e che la mente o la coscienza siano proprietà *emergenti* da quel genere di complessità. Naturalmente, questo quadro può essere arricchito a piacere, sostenendo che tale proprietà è irriducibile alla sua base fisica, o viceversa che non solo se ne possono scoprire i correlati fisiologici, ma addirittura che la mente (o la coscienza) "sono" gli stati fisici. Oppure che, pur separati, il fisico e il mentale possono interagire o, infine, che si tratta di due processi che si svolgono in parallelo. Una delle soluzioni più brutali in senso materialistico è quella che liquida la coscienza come epifenomeno del cervello.

Neppure il dolore è sfuggito alle maglie della rete "complessità/emergenza". Qualche tempo fa si è persino concepito il dolore stesso come sistema complesso, per la sua natura duale, somatica e psicogena, che è parsa non irreggimentabile nel paradigma scientifico tradizionale fondato sul rapporto di causalità. Si è proposto di rappresentarlo per mezzo di uno "spettro di continuità", nel quale gli eventi (dolorosi), configurabili come funzioni d'onda, fluttuano tra i due estremi, fisico e psichico, statisticamente improbabili, mentre lo stato patologico che si concretizza in un paziente si situa di solito nella parte mediana del *continuum*.

Questa interpretazione del dolore in termini probabilistici non sembra però aver fatto molta strada, offuscata dalle interpretazioni che considerano il dolore (così come la coscienza), più che un sistema complesso, una proprietà da esso emergente.

### **Dolore cronico e reti complesse**

Nell'ultimo decennio ha preso piede la teoria cosiddetta *connettomica* del cervello umano, che si propone di chiarire come le funzioni cognitive emergano dalla struttura e dalla dinamica neuronale. Secondo questa prospettiva, il cervello sarebbe un perfetto esempio di rete complessa, nel quale sono correlate struttura e funzioni. Fin qui nulla di nuovo rispetto alle teorie degli anni Novanta. Ma il progetto della connettomica è di ricostruire vere e proprie mappe di connettività, non soltanto per mezzo di studi anatomici, bensì indagando e rappresentando i modelli di connettività della circuiteria cerebrale anche tra aree anatomicamente distanti e separate, e facendone emergere le relazioni tra dinamiche locali e globali. A tal fine si è fatto ricorso a un grafo matematico, cosiddetto "*small-world network*", elaborato alla fine degli anni Novanta, in cui i nodi della rete rappresentano neuroni e non sempre sono situati gli uni accanto agli altri, ma si trovano anche a una certa distanza, comunque raggiungibile attraverso un certo numero di passaggi. Il già citato Sporns e colleghi sono convinti che anche il cervello umano si comporti come una rete anatomo-funzionale secondo la topologia *small-world*, considerando che è formato da aree altamente segregate, ma caratterizzate da un certo grado di integrazione e correlazione anatomo-funzionale. Uno dei parametri più importanti per capire (e valutare) i meccanismi con cui opera il cervello umano è proprio quello dell'integrazione funzionale, cioè della capacità di combinare rapidamente l'informazione specializzata proveniente dalle regioni cerebrali distribuite sulla corteccia o, più precisamente, nel sistema talamo-corticale. Si sono pertanto sviluppati modelli per "misurare" l'integrazione funzionale, cioè la facilità con cui le regioni cerebrali comunicano tra di loro.

Fin dall'inizio, al fine di comprendere psicopatologie correlate e conseguenti potenziali effetti terapeutici, si era pensato di applicare questo paradigma esplicativo anche a connettomi con una dinamica alterata. Era ovvio che questo programma comprendesse anche il trattamento del dolore. Ma questo passaggio dev'esser stato particolarmente ostico, se si considera che a tutt'oggi scarseggiano le ricerche nelle quali sia stabilita una qualche relazione, che non sia meramente teorica, tra rete *small-worldness* e dolore. Ora, però, qualcosa sembra muoversi anche su questo fronte, soprattutto nei confronti del dolore cronico, uno stato patologico insidioso, che si prolunga e persiste, senza apparenti cause scatenanti, anche dopo la risoluzione del danno tissutale. Il dolore cronico vero si presenta come un fenomeno autogenerativo, che arriva al punto di compromettere aspetti della vita emozionale, sociale e lavorativa di chi ne soffre. Tra parentesi, anche a

questo proposito i filosofi, fin dal passato, sembrano aver visto lontano. Difatti, a cominciare dalla *Retorica* di Aristotele («anche non avere un male è piacevole», Libro I, 11), hanno considerato il dolore come la perdita di una condizione naturale di ordine e di coordinamento, una sorta di interruzione o di disturbo nell'esercizio di un'attività che mette capo a un fine. Nell'*Etica Nicomachea* Aristotele lo descriveva come qualcosa che «sconvolge e corrompe la natura di chi lo prova», ma ne parlava contrapponendolo quasi sempre al piacere, pertanto in senso morale, osservando che il saggio non persegue tanto il piacere, quanto piuttosto ciò che non provoca dolore. Il dolore è un male che dev'essere fuggito o che comunque costituisce un ostacolo. Di frequente è stato paragonato a un allarme, proprio perché connesso al venir meno delle condizioni naturali. Ma al tempo stesso si è rilevato che sembra trattarsi di un allarme ingannevole, non già perché segnali un male o un pericolo inesistenti, quanto piuttosto perché è un allarme immediato, a corto raggio, che mette in guardia, suggerisce la fuga, ma senza indicare il luogo verso il quale fuggire. Quindi non dà soluzioni. Nella fattispecie, il dolore cronico sembra essere un allarme continuo, che non si spegne.

### **Le basi neurofisiologiche**

Sul piano neurofisiologico scoprire i correlati neurali del dolore cronico ha rappresentato una bella sfida, giacché non è stato facile identificare i contras-segni neurali di questa condizione patologica, caratterizzata da un insieme di espressioni di intensità e aspetti temporali estremamente differenziati. Ma ora si stanno facendo progressi anche in questa direzione. Un contributo, che potrà in futuro essere approfondito, proviene da un gruppo di ricerca del CNR di Segrate (Milano) guidato da Gabriele Biella. Attraverso la registrazione elettrofisiologica simultanea da neuroni talamo-corticali di ratti con dolore cronico di vario tipo, confrontando questi animali con quelli di controllo, si sono fatte alcune interessanti scoperte. Negli animali con dolore cronico si rilevavano alcune caratteristiche che non sono presenti in quelli di controllo. In particolare, differivano due "misure", cioè due coefficienti designati per "quantificare" la connettività funzionale tra i neuroni delle aree sopracitate. Uno è il coefficiente di "raggruppamento" neuronale, che indica quanto "vicini" debbano essere i nodi della rete per formare una "congregazione" funzionalmente significativa. L'altra misura indica la lunghezza media di un percorso nella rete. Tanto più lungo è il percorso che connette due nodi della rete (due neuroni) tanto meno questi saranno funzionalmente integrati; ma potrebbe anche capitare il contrario, giacché non è escluso che neuroni (nodi) tra loro distanti condividano un alto grado di integrazione funzionale, soprattutto se non risultano troppo separati da nodi intermedi che perturbano e "disperdono" la comunicazione. Sono questi due parametri significativi, in quanto costituiscono una "metrica" di aspetti tra loro complementari della trasmissione dell'informazione, e cioè rispettiva-



mente delle proprietà di segregazione e di integrazione. In termini semplici, la rete cerebrale è organizzata in maniera tale che neuroni attivati da certi stimoli preferenziali, e quindi selettivi, si organizzano in piccoli gruppi funzionalmente coerenti e distinti durante l'esecuzione di un determinato compito, stabilendo così un alto grado di integrazione all'interno della rete rispetto al resto della popolazione di appartenenza. Queste caratteristiche delle reti neuronali hanno l'effetto di generare un'informazione altamente diversificata, con un elevato livello di complessità.

### **Le distorsioni nel dolore cronico**

Qual è il significato delle scoperte che derivano dall'applicazione di questo modello ai ratti con dolore cronico? Le loro capacità di segregazione e di integrazione dell'informazione possono dirsi uguali a quelle degli animali di controllo? Se condizione di uno scambio soddisfacente di informazione (indice di buona connettività e funzionalità) è che i nodi siano funzionalmente separati, ma al tempo stesso "sparsamente connessi", queste caratteristiche si rilevano anche nei ratti affetti da dolore cronico? I due parametri presi in esame risultano evidentemente alterati nei casi di dolore cronico e si accompagnano alla presenza di una caratteristica "negativa", quella dell'aumento della *ridondanza* di informazioni nelle connessioni ad ampio raggio. La ridondanza è un aspetto ben noto ai neurofisiologi, che denota che una stessa funzione è eseguita da parte di più elementi identici. Parallelamente all'aumento della ridondanza, si è osservata anche una significativa diminuzione della *transitività*, un'altra proprietà-chiave delle configurazioni *small-world*, che costituisce una fondamentale misura dell'integrazione.

Oltre a "misurare" i fenomeni di disorganizzazione, gli scienziati milanesi hanno cercato di darne una spiegazione alla luce della storia di sviluppo dell'uomo e della sua evoluzione. In tal senso, si sono domandati che cosa significhi un aumento di ridondanza e quali implicazioni possa avere. Già il premio Nobel, elettrofisiologo della visione, David Hubel molti anni fa aveva ipotizzato che la ridondanza nel sistema visivo da lui studiato, cioè l'esistenza di più sistemi corticali separati deputati alla percezione visiva, potesse essere un accidente dell'evoluzione o un principio progettuale utile. Nel caso della condizione di dolore cronico, tuttavia, considerando la sua inutilità ai fini della sopravvivenza, sembra più verosimile che si tratti di una "sequenza patologica di eventi" correlata a una *perdita* di proprietà, a fronte delle caratteristiche di plasticità e adattabilità riscontrabili nei soggetti normali.

Negli ultimi anni si sono condotte registrazioni per mezzo della risonanza magnetica funzionale su pazienti con fibromialgia, che depongono a sostegno della relazione tra dolore cronico intenso e disordini di connettività. Ma la sperimentazione del gruppo milanese costituisce il primo vero studio in cui si registri sul piano *elettrofisiologico* un disturbo di connettività relativamente a casi di dolore cronico. Il collasso della "corretta dinamica" della circuiteria neuronale

si traduce sotto forma di una connettività sconnessa, alterata, che presumibilmente rappresenta il substrato neurale comune anche ad altre patologie neurodegenerative e psichiatriche.

### **Tempo e disconnessione**

Si è visto come negli animali affetti da dolore cronico il trasferimento dell'informazione risulti meno efficiente rispetto ai soggetti di controllo. Essi presentano una connettività funzionale alterata, "disgregata", frammentata e "segregata", che non può essere codificata secondo i valori normali della connettività cerebrale. Il dolore cronico presenta tutti i crismi per essere interpretato come una sindrome di *disconnessione*. E da questa concezione potrà derivare una radicale revisione circa la diagnosi e il trattamento terapeutico di questa patologia. A questo punto, allora è da ritenersi ancora esaustiva la tesi secondo la quale il dolore è uno stato emergente dal sistema complesso del cervello? La concezione del dolore come proprietà emergente può considerarsi davvero esplicativa, o non si tratta invece di un'immagine poetica della nocicezione, più letteraria che scientifica, con un forte potere evocativo e un'immediata carica espressiva? (Tra l'altro, oggi, persino il neurofisiologo computazionalista – nonché riduzionista incallito – Christoph Koch si compiace nel definirsi "romantico", perché anelante a coniugare l'analisi quantitativa della coscienza con l'esplorazione di "scie di condensazione di significato" da decifrare nell'intero universo, e non soltanto nei recessi della coscienza). Sul fronte opposto, i neuromodellisti non sembrano arrendersi davanti a nessun ostacolo, proponendosi addirittura di quantificare gli aspetti qualitativi dell'esperienza soggettiva, i *qualia* di cui da cinquant'anni almeno discutono i filosofi, così sfuggenti da essere privati e intrinseci, irripetibili, indicibili e irriducibili. Il dolore non si discosterebbe dalle altre sensazioni cosce, anzi: costituirebbe il modo di sentire per eccellenza della coscienza, con una collocazione privilegiata nel novero delle sensazioni. Quindi non sembra avveniristica l'ipotesi di arrivare a quantificare anche le sensazioni dolorose, interpretandole come manifestazioni di disconnessione.

Ma c'è un motivo in più perché l'ipotesi della disconnessione venga guardata con interesse dai filosofi. Il modello della connettività cerebrale non si limita a rappresentare la rete anatomica, *spaziale*, delle varie regioni corticali. Per studiare e calcolare la proprietà della connettività delle reti funzionali occorre che si facciano simulazioni *dinamiche* sul substrato anatomico. Si può dire che il rapporto sussistente tra la neurodinamica e la connettività funzionale è uno degli elementi-chiave della teoria *small-world*. Questa tesi condivide con altri modelli di cervello, che operano con simulazioni di effetti di perturbazioni cerebrali, quali il morbo di Alzheimer, il Parkinson e altre patologie neurologiche e psichiatriche, l'idea che l'alterazione della connettività sia sempre espressione di una dinamica modificata del sistema neurale, o meglio, come sostiene Sporns, di una *disruption*

nella dinamica dell'informazione circolante. Non a caso la dinamica neuronale è elaborata a partire da configurazioni *spazio-temporali*, cioè da due categorie che, almeno da Kant in poi, rivestono un ruolo speciale in teoria della conoscenza, giacché si tratta di schemi mentali, entro i quali si connettono i dati fenomenici. Dunque, oltre a essere «grande più del cielo», per usare un'espressione felice che il premio Nobel Gerald Edelman ha preso in prestito dalla poetessa Emily Dickinson, il cervello opera come una musica *d'ensemble*. Ancorché logora, è sempre calzante la metafora dell'orchestra durante un'esecuzione, i cui elementi distribuiti, dialogano affiatati, senza sfasamento, rispettando temporalizzazioni precise, comprensive di pause e intervalli definiti. Ecco, allora il dolore è il segnale che qualcuno non tiene il tempo.

### **Epilogo**

Questo breve saggio fa parte di una raccolta di scritti sul dolore, che è stata concepita in memoria di Mario Tiengo, scomparso nel 2010. Tiengo era un grande anestesioologo, il quale fece della lotta contro il dolore la bandiera della propria esistenza, e non solo della propria attività professionale. Nessuno più di lui era convinto dell'assoluto legame tra dolore e coscienza, giacché l'anestesista è, per definizione, colui il quale, oltre ad attenuare le sensazioni dolorose, ha il compito di traghettare il paziente dallo stato di coscienza a quello di incoscienza, in quei casi, come durante gli interventi chirurgici, in cui il dolore sarebbe insopportabile. Ma poi si tratta di ricondurlo indietro, di restituirlo alla coscienza.

Soprattutto negli ultimi anni della sua vita, Tiengo aveva intrattenuto un rapporto stretto con la filosofia, manifestando interesse per la disamina filosofica dei temi che gli stavano a cuore, specialmente quelli bioetici, quali la coscienza (e le sue alterazioni) e la nocicezione. In particolare, per definire in che cosa consiste l'esperienza conscia, egli aveva aderito a una teoria della mente fondata sul dualismo sotteso dalla concezione interazionistica di John Eccles e Karl Popper, un fisiologo e un epistemologo che avevano unito le loro forze per cogliere il correlato neurale della coscienza. La loro teoria implicava il ricorso alla meccanica quantistica per calcolare la probabilità del rilascio di un neurotrasmettitore nella membrana presinaptica, quale effetto di una selezione che avviene per mezzo di un atto intenzionale. Non è questa la sede per ricostruire il percorso impervio che questa teoria dovette seguire, in quanto fin dall'inizio della sua formulazione fu oggetto di severe critiche da parte dei neurofisiologi, ma soprattutto dei fisici, i quali non persero occasione per dimostrarne l'infondatezza. Eppure Tiengo se ne era innamorato, forse perché il tentativo di individuare il fenomeno fisico che avviene sul piano presinaptico nell'attimo che precede la presa di coscienza, non implicava una visione riduzionistica del processo mentale.

Ora ignoriamo se Tiengo avrebbe condiviso i presupposti della *small-worldness*, una teoria che intende fornire una misurazione della coscienza come quantità di informazione, e se ne avrebbe approvato l'applicazione al dolore.

Tuttavia, crediamo di non sbagliare se immaginiamo che avrebbe perlomeno dimostrato interesse per questa ricerca, che non solo ha avuto origine nella città in cui egli ha operato e lasciato tracce profonde, ma che si prefigge di gettar luce sui meccanismi neurali del dolore, il tema prediletto della sua strenua ricerca.