

Articoli/Articles

IATROFISICA E IATROCHIMICA: LA FISICA, LA CHIMICA
ED I MODELLI DELL'ORGANIZZAZIONE DEL VIVENTE

BERNARDINO FANTINI

Institut Louis Jeantet d'histoire de la médecine

Université de Genève, CH

SUMMARY

*IATROPHYSICS AND IATROCHEMISTRY: PHYSICS,
CHEMISTRY AND MODELS OF LIVING ORGANIZATION*

Medical secularization which develops in Europe since XVIth century allows the human body to be considered as an autonomous physical being. Consequently, medicine tries to explain illness and health through the general rules of mechanics and chemistry. The development of medical systems - seen in terms of the two leading theories of iatrochemistry and iatrophysics, was centered around the problem of control in living objects, whose analysis is still useful in the present debate. Past and present are linked by a common effort towards the explanation of life phenomena, health and illness - despite the obvious methodological gaps of the different cultural periods.

Introduzione

Al momento della celebrazione di un grande avvenimento storico, il centro dell'attenzione non si trova tanto nella pura ricostruzione di tale avvenimento, del periodo in cui si è realizzato, dei suoi sviluppi successivi, quanto nella possibilità di stabilire un legame fra tale evento e le riflessioni, i dibattiti contemporanei. In questo ambito, di fronte a teorie o piuttosto a sistemi medici come la iatrochimica e la iatrofisica, che hanno per quasi tre secoli dominato la storia della medicina, la domanda che ci si pone è la seguente: hanno ancora oggi queste teorie e le

osservazioni su cui erano basate una loro attualità, che possa rendere utile il loro studio storico, al di là dell'interesse intrinseco, ed in ogni caso indispensabile, di conoscere intellettualmente il nostro passato?

La storiografia tradizionale, di orientamento positivista, appiattisce il passato nella penombra di una grande scoperta, lo trasforma nella migliore delle ipotesi in una serie di precursori, o più spesso in una somma di errori, di false teorie, di fatti mal osservati. La conoscenza diviene una accumulazione lineare di poche grandi scoperte isolate dal loro contesto e di una massa informe di tentativi che vengono via via abbandonati e che divengono solo delle curiosità, degli oggetti morti, inutili, delle teorie diventate sistemi, dogmi da abbattere.

D'altro canto, la storiografia più recente, di orientamento epistemologico, si interessa di preferenza alle discontinuità, alle rivoluzioni e tende di conseguenza a trascurare le importanti continuità sottese anche dai cambiamenti più profondi.

Certo, fra la retorica barocca dell'osservazione, dello spettacolo, della luce, dello sguardo, tipici del teatro che si fa specchio del mondo, della scienza che si fa teatro, dell'anatomia che diventa anche essa spettacolo e ha bisogno di un teatro, e lo stile freddo, oggettivo, apersonale, persino asettico delle pubblicazioni scientifiche e dei protocolli sperimentali e clinici dei nostri giorni sembra esserci un abisso, uno iato non colmabile. Tuttavia, i due mondi, in apparenza opposti, alternativi, sono accomunati da una comune tensione intellettuale e pratica, dalla volontà di interpretare i fenomeni della vita e della malattia, dando soluzione ad alcuni paradossi fondamentali legati ai sistemi viventi.

La iatrochimica e la iatrofisica: uno sviluppo lineare?

A partire dal XVI secolo la separazione fra medicina e religione, tra medicina e morale, permette al medico di trattare il corpo a parte, con la conseguente affermazione della autonomia della medicina e della volontà di spiegare lo stato di salute o la malattia con le leggi generali della meccanica o della chimica.

Con la graduale accettazione dei nuovi medicinali preparati chimicamente a partire da metalli semplici, come il mercurio o

l'antimonio, al posto dei tradizionali miscugli di erbe della tradizione galenica, il XVI e il XVII secolo conoscono un forte sviluppo delle spiegazioni chimiche della natura e dell'uomo. I paracelsiani e soprattutto Jean Baptiste van Helmont (1577-1644) vedono il futuro della medicina e della filosofia naturale nella osservazione naturale e nella chimica, basata sul fuoco, sulla analisi in laboratorio¹. Mentre la teoria galenica delle malattie sottolineava il ruolo dell'equilibrio umorale nello stato di buona salute e considerava la malattia come la perturbazione di tale equilibrio, a causa di eccessi o difetti, per i chimici la malattia è localizzata in una parte del corpo, nell'archè, o archeo, di un qualsiasi organo che non si comporta più secondo le esigenze dell'organizzazione e non può assimilare o eliminare correttamente i vari prodotti chimici.

La tappa successiva di questo sviluppo, sempre secondo la storiografia tradizionale, consiste nella crisi della chimiatria e nella sua sostituzione con la filosofia meccanica e la iatrofisica, o iatromatematica, come viene chiamata all'epoca. Le teorie solidiste spiegano le funzioni normali e patologiche con le differenze di forma dei solidi o delle particelle elementari, con *minute ed invisibili macchine* in perenne movimento. Grazie al legame storico fra lo sviluppo della iatromeccanica e l'inizio delle ricerche microscopiche, l'idea fondamentale della iatrofisica diviene la riduzione delle funzioni vitali degli organi ad un edificio complicato ma ben regolato di minuscole macchine.

Gli anatomisti, forti della nuova conoscenza acquisita *sulla fabbrica del corpo*, sulle sue parti, sulle loro connessioni, tendono a concepire l'organismo come una struttura meccanica perfettamente costruita ed equilibrata, pronta ad agire sulla base di molle e leve, mosse dalla sensibilità e dalla contrattilità, dalla pressione idraulica o dalla massa. Marco Aurelio Severino (1580-1656) propone con la sua *Zootomia democritea*² di sostituire la *dissectio* con la *resolutio ad minutum*, la decomposizione del corpo nei suoi elementi costituenti, mentre Marcello Malpighi (1628-1694) porta a maturità questa metodologia con la proposizione di una *anatomia strutturale*³. Il suo allievo Giorgio Baglivi (1668-1707), considerato come il fondatore della scuola solidista, fa rivivere l'antica scuola metodista e riduce tutti i fe-

nomeni fisiologici e patologici alle variazioni quantitative del *tono* dei solidi del corpo ed in particolare delle fibre⁴. Di conseguenza, i medici cercano di applicare le leggi della meccanica alla fisiologia, studiando le forze, le resistenze dei fluidi e dei solidi, l'oscillazione delle fibre, piuttosto che i processi chimici. Infine, Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), figura paradigmatica della *iatro-matematica*, applica la statica e la matematica alla teoria del movimento muscolare ed estende le spiegazioni meccaniche all'insieme delle funzioni del corpo⁵.

La pubblicazione dei *Principia mathematica* di Newton (1687) induce a credere che sia la matematica, lo spirito geometrico, piuttosto che la chimica, l'approccio più adeguato nei confronti della medicina. La geometria si presenta non come una tecnica, ma come un modello di scientificità che può estendersi all'insieme della conoscenza. L'alternativa fra i due sistemi è ancora ben presente all'inizio del Settecento, come nel celebre dibattito sulla digestione del 1712 nel *Journal des savants*, fra Philippe Hecquet (1661-1737), che la considera una triturazione, un processo meccanico, e Raymond Vieussens (1641-1715?), che la definisce invece una semplice fermentazione⁶.

Nel Settecento si assiste alla critica al tempo stesso del sistema iatromeccanico e di quello iatrochimico, con lo sviluppo delle posizioni vitaliste di Georg-Ernst Stahl (1659-1734), riprese dalla scuola di Montpellier, e delle teorie eclettiche di Hermann Boerhaave (1668-1738). Per questo ultimo la chimica è necessaria per la preparazione dei medicinali e per l'analisi della composizione dei fluidi, ma la meccanica resta il vero fondamento per la comprensione del corpo umano. Nominato professore di chimica nel 1710, nella conferenza inaugurale attacca Paracelso e van Helmont per avere voluto ridurre lo studio della vita e della malattia ad una applicazione della chimica. Boerhaave, meccanicista in filosofia, respinge tuttavia l'opinione dei filosofi chimici e insegna la chimica come una scienza indipendente e in gran parte inorganica. Il suo *Elementa chemiae* del 1732 sarebbe divenuto uno dei libri più studiati del XVIII secolo⁷, ma vi si trovano pochi punti di collegamento fra chimica e medicina, che restano domini concettuali diversi, anche se la chimica può essere una scienza *ausiliaria* della medicina.

Se per Boerhaave gli organi del corpo operano meccanicamente, per Stahl i processi vitali possono essere compresi solo attraverso l'azione dell'anima, origine del movimento direttivo, finalistico. Le spiegazioni meccaniche vanno bene per il mondo inorganico ma non per il mondo vivente. Anche Stahl, al tempo stesso grande chimico e grande medico, presenta la chimica come una scienza della materia inorganica e sostiene che i processi vitali possono essere compresi solo attraverso l'anima o forza vitale. Anche i *Fundamenta chymiae* di Stahl⁸ suggeriscono poche relazioni fra chimica, fisica e medicina, che devono necessariamente essere tenute chiaramente separate: *Ubi desinit physicus, ibi incipit medicus*⁹.

Infine, la nascita della medicina scientifica nell'Ottocento, con la clinica, la fisiologia sperimentale e la microbiologia, sembra spazzare via tutti i *sistemi medici*, come vengono chiamati in modo dispregiativo, sia la iatrochimica che la iatrofisica, per fare posto finalmente alla scienza sperimentale, positiva e rigorosa.

Questo schema interpretativo lineare si rivela presto eccessivamente semplice e la situazione storica molto più complessa. La successione lineare di teorie, di sistemi è chiaramente un artefatto polemico, una ricostruzione a posteriori, uno schema retorico proposto dalla medicina ottocentesca per giustificare la propria struttura teorica, nascondendone le difficoltà, uno schema retorico che è stato poi ripreso acriticamente e continuato nei nostri tempi. L'analisi storica viene sostituita da una serie di etichette¹⁰, che nascondono la complessità della teorizzazione dei diversi autori e la difficoltà di far rientrare in caselle predefinite il complesso processo della costruzione della spiegazione scientifica.

I paradossi del modello storiografico classico

La ricostruzione lineare appena riassunta manifesta, anche ad una lettura superficiale, alcuni paradossi significativi. Per la grande maggioranza degli autori le etichette funzionano molto male, dato che gli anatomisti si occupano di fisiologia, i *meccanici* propongono teorie chimiche dei processi fisiologici, i *chimici* sembrano utilizzare modelli meccanici e fisici ogni qual

volta questo si rivela utile per spiegare in modo coerente l'insieme delle osservazioni empiriche. Anzi, far discendere dall'alto della teoria e della concezione del modo i principi esplicativi, i medici e i chimici sembrano restare aderenti alla loro base osservativa e si rivelano molto più pronti ad adeguare ad essa i principi teorici piuttosto che il contrario.

Fabrizio d'Acquapendente, dopo avere acquisito una fama assoluta come chirurgo e anatomista, si lancia sul terreno fisiologico. Questo avviene pochi anni prima della sua morte (1619), ma pochi anni dopo la partenza di Galileo Galilei da Padova. E il grande anatomico sembra quasi voler riempire lo spazio che il grande fisico ha lasciato vuoto a Padova, quasi vuole anticiparlo, cercando di occupare il suo stesso terreno. L'indirizzo galileiano nelle scienze mediche mira alla formulazione di leggi matematiche universali, capaci di permettere la comprensione e la riproduzione dei fenomeni naturali. Tale *ricerca degli universali* sembra muovere anche Fabrizi, che cerca di studiare il *movimento in generale*. Egli sembra essere il primo ad applicare le leggi fisiche allo studio del movimento degli animali e dell'uomo, sin dal 1614, studiando in particolare la progressione implicita in qualsiasi sforzo fatto per superare una resistenza e precedendo gli studi sull'articolazione di Galileo (1638) e le ricerche sul moto muscolare di Borelli. E questo occupare un territorio a lui forse sconosciuto, fa subire a Fabrizi una critica severa da parte dei suoi immediati successori. Il trattato sul moto muscolare e sulle articolazioni del 1614¹¹ è considerato *una delle opere più deboli di Fabrizio*¹². Il *De respiratione*¹³, che ha una parte anatomica poco sviluppata, fa scrivere a Jean-Eugène Dezeimeris che non *vi si riconosce più il discepolo di Fallopio*. Infine il *De motu*¹⁴ è molto lodato da Albrecht von Haller¹⁵ ed Antoine Portal¹⁶ ma al contrario Dezeimeris, citando P.N. Gerdy, anatomico dell'inizio dell'Ottocento, *la cui opinione pesa in questo campo*, ne dà un giudizio molto negativo:

*Fabrizio d'Acquapendente mi è sempre sembrato molto al di sotto di sé stesso nella sua opera sul movimento degli animali. Parlando della locomozione in generale, egli perde un tempo infinito in discussioni ridicole e in distinzioni frivole. Ma suscita più interesse quando tratta dei movimenti progressivi degli animali*¹⁷.

L'anatomico che si mette allo studio della meccanica suscita quindi perplessità, perché esce dagli schemi interpretativi, rimiscola le carte e rende il giudizio difficile.

Una difficoltà ancora maggiore la si ritrova per Van Helmont, che insieme con François de la Boe (Sylvius, 1614-1672) e Thomas Willis (1622-1675) propone una alternativa chimica alla medicina meccanicista. Come già ricordato, van Helmont, e con lui Sylvius, in un'epoca che vede diventare dominante la teoria meccanica, teorizza che tutti i processi fisiologici possono essere spiegati chimicamente, con la fermentazione, l'effervescenza e la putrefazione. Ma al tempo stesso Sylvius descrive la digestione come una combinazione di processi chimici (fermentazione) e meccanici (triturazione). Anche Willis attribuisce alla fermentazione la causa di tutti i processi naturali, e considera il corpo una specie di centrale di distillazione, localizzata soprattutto nel sangue, ma poi reinterpreta le proprie teorie in termini di granelli, come fanno altri fisiologi di Oxford¹⁸. Ora, Sylvius e Willis erano entrambi anatomisti famosi. L'anatomia, attenta alla struttura, alla *fabbrica*, non sembra quindi poter essere separata dallo studio della *funzione*, dei processi fisiologici, e nell'ambito della spiegazione di questi ultimi la chimica risulta essere particolarmente efficace.

Particolarmente significativa in questo ambito è la posizione di Borelli, al quale viene attribuito il merito di avere stabilito l'integrazione fra meccanismo di lavoro muscolare e sistema nervoso centrale e per questa ragione è considerato il massimo esponente della iatromeccanica. Come scrive Léopold-Joseph Renaudin all'inizio dell'Ottocento:

*Nessuno ha fatto più ampia applicazione delle leggi della meccanica alla scienza dell'uomo [la medicina] che Borelli, il quale tentò di sottomettere ad una dimostrazione esatta e di spiegare matematicamente la teoria del movimento muscolare*¹⁹.

I problemi di interpretazione si pongono però già a partire dal titolo dell'opera principale di Borelli²⁰, nel quale si parla certo dello *studio fisico-meccanico* del moto muscolare, ma anche di *effervescenza e fermentazione*. Borelli parte dall'idea che *la causa efficace del movimento e quindi della vita è l'anima, la qua-*

le esplica la sua azione sull'organismo attraverso i nervi che mettono in moto i muscoli. Lo studio della struttura del muscolo mette in evidenza le sue componenti meccaniche, come i fascicoli prismatici, composti da fibre porose, in cui si insinuano particelle che le dilatano come la fune bagnata che si rigonfia e si contrae. Tuttavia, la contrazione muscolare non è considerata un movimento puramente meccanico, quanto il risultato di una specie di fermentazione, un ribollire come quello della calce sulla quale viene versata dell'acqua. E questo movimento, meccanico ma determinato da una azione chimica, è posto sotto l'influenza del sistema nervoso. Dal cervello partono i nervi, fibre cave piene di *spirito animale*, il quale arrivando ai muscoli, al contatto con il sangue e la linfa, dà origine a processi di fermentazione ed ebollizione simili a quelli che a volte si possono osservare nei laboratori chimici. Anche a proposito della digestione, Borelli postula al posto della tradizionale *cozione*, la separazione dalla parete dello stomaco di un *succo simile alle acqueforti, che determina la dissoluzione dei cibi, analoga a quella dei metalli*. La digestione è quindi una triturazione meccanica, ma realizzata grazie ad un fermento, mentre la nutrizione è basata sulla eliminazione di una molecola *vecchia* che evapora lasciando un vuoto, dotato di una forma particolare che sarà riempito da una molecola dotata della stessa forma.

Lorenzo Bellini (1642-1704), allievo di Borelli e di Francesco Redi, unifica chimiatria e iatromeccanica, utilizzando la fermentazione per spiegare le varie funzioni del corpo. Ogni secrezione è il risultato di un fermento specifico ad un dato organo, il quale penetrando nei vasi, fa fermentare il sangue. Le malattie, tuttavia, non sono il risultato di un'azione chimica, quanto meccanica: le pieghe dei vasi e soprattutto dei capillari, rallentano il flusso sanguigno e la stagnazione del sangue e il suo *ispessimento* nei capillari sono la causa delle febbri e delle infiammazioni²¹.

Il più grande medico del primo Settecento, Hermann Boerhaave (1668-1738), propone una teoria chiaramente eclettica che mira ad una sintesi tra iatrochimica e iatromeccanica. I solidi del corpo sono per Boerhaave costituiti da leve, corde, coni e pesi che insieme formano una serie di apparecchi meccani-

ci, mentre le leggi dell'idrodinamica e dell'idrostatica presiedono al comportamento dei fluidi. Tuttavia, tali liquidi sono anche sede di fenomeni chimici ed ogni processo fisiologico deve essere interpretato come una combinazione dei diversi aspetti. Così, ad esempio, la digestione è il risultato di quattro *fattori*: la triturazione e compressione del cibo, il calore prodotto all'interno del corpo, l'azione chimica della saliva e del succo gastrico, l'azione degli *spiriti vitali*. Allo stesso modo le malattie possono essere prodotte nei solidi o negli umori. Nei primi si tratta di eccesso di tensione o di rilasciamento, nei liquidi di alcalinità, di acidità o della sovrabbondanza del sangue (pletora), oppure di un disturbo circolatorio dovuto all'afflusso anormale di spiriti vitali verso il cuore o dall'eccitazione del sangue venoso, carico di materia nociva. Gli spiriti vitali o fluido nervoso sono gli agenti delle funzioni nervose e vengono distribuiti a partire dal cervello nel corpo in una sorta di circolazione nervosa, così certa come quella della linfa e del sangue²².

Di metafora in metafora

Nell'elaborazione delle teorie mediche, i concetti di *meccanismo* come quello di *fermentazione* svolgono il ruolo di metafora, di cui ogni epoca ha bisogno come modello generale dei sistemi viventi. Ogni epoca ha la sua metafora tipica, e la meccanica galileiana come il laboratorio del chimico svolgono nel XVII e nel XVIII secolo la stessa funzione dell'uomo macchina di Julien Offroy de la Mettrie, della sensibilità e irritabilità di Albrecht von Haller, della lotta per la vita in Charles Darwin, del plasma primordiale di Ernst Haeckel oppure della centrale telefonica, del computer o del programma per la biologia del Novecento.

Ognuna di queste metafore non è, o non è solo, un artificio retorico, ma svolge un ruolo euristico particolarmente importante, soprattutto in quanto, suggerendo un modello interpretativo che può entrare in contraddizione con le teorie e i dati di osservazione, mette in evidenza i paradossi teorici fondamentali del pensiero biologico e medico. E se i modelli proposti e le soluzioni interpretative cambiano radicalmente, come conseguen-

za delle rivoluzioni scientifiche, la percezione dei paradossi fondamentali può stabilire delle continuità con la teorizzazione contemporanea. Da questo punto di vista può risultare fruttuoso rompere lo schema storico che tende a sottolineare le discontinuità, le scoperte e le rivoluzioni, ricercando invece le continuità che le sottendono.

Quando si parla di continuità non ci si riferisce, evidentemente, ad una permanenza delle soluzioni teoriche proposte, dato che queste vengono via via abbandonate, ma alla permanenza dei problemi, dei paradossi che vengono percepiti e che a loro volta sono risultati di osservazioni e di elaborazioni teoriche. La conoscenza non è solo costituita di fatti, di evidenze empiriche, ma anche di problemi, di ipotesi, di paradossi, di innovazioni e di sorprese. Accanto alla continuità, alla permanenza delle evidenze empiriche che si accumulano e che rendono ancora oggi attuali e valide le osservazioni cliniche di Ippocrate, si può rilevare anche la permanenza di aporie fondamentali, comuni almeno all'intero pensiero occidentale, come quella tra materia e forma, formalizzata per primo da Aristotele e che trova ancora oggi eco nella teoria biologica²³.

L'analisi storica dei sistemi medici e delle teorie biologiche proposte a partire dal XVI secolo mostra la coscienza nei medici e filosofi di un paradosso fondamentale: l'esistenza di oggetti naturali che rispondono alle leggi ordinarie chimiche e fisiche, ma che sembrano dotati di comportamenti diretti ad uno scopo, finalistici. Ogni interpretazione, sia essa chimica, fisica o animista, dei problemi centrali del pensiero biomedico (il movimento, l'assimilazione, la secrezione, la sensibilità, il pensiero, la malattia e soprattutto la forma, la sua permanenza e riproduzione) si confronta con questo paradosso fondamentale: le funzioni e le strutture del corpo sono interpretabili in termini chimici o fisici, ma cosa assicura il loro coordinamento, il loro ordine nel tempo e nello spazio, la loro armonia, tanto evidente che se questa viene meno si produce uno stato patologico, una malattia?

Anche i modelli meccanici o chimici più fini lasciano sempre un residuo teorico inesplorato e tutti, più o meno apertamente, finiscono per ammettere la necessità di un *ente organizzatore*, di

un *principio di vita regolatore*. Senza voler riassumere in poche frasi un insieme di sistemi medici complessi dal XVI al XVIII secolo, è interessante vedere come questo paradosso fondamentale sia costantemente presente in tali sistemi.

Paracelso e l'archè

Utilizzando il principio della corrispondenza fra macrocosmo e microcosmo (secondo la quale l'uomo racchiude in sé tutte le forme di vita esteriori) e una vasta conoscenza empirica accumulata durante le sue peregrinazioni attraverso l'Europa, Paracelso propone un sistema medico e filosofico basato sugli elementi. Il corpo umano, come tutti i corpi naturali, ha una duplice natura, materiale e spirituale, ed è formato da quattro elementi fondamentali: il fuoco (l'anima), la terra (parti secche), l'acqua (parti liquide) e l'aria o gas (il vuoto). Questi elementi si associano per formare gli *elementi immediati (tria prima)*: il mercurio, lo zolfo e il sale, principi rispettivamente della fluidità, dell'accrescimento e della consistenza.

L'archè principale risiede nello stomaco e ne fa l'organo distillatore, analogo al *dio distillatore* che produce nel grande laboratorio chimico della natura tutti i fenomeni naturali (i vulcani, i metalli, le acque minerali, ecc.). L'archè dello stomaco, personificazione della natura nel microcosmo, combina nella giusta proporzione gli elementi, separa negli alimenti i principi nutritivi da quelli velenosi, modificando i primi in modo da renderli assimilabili. Ogni organo, poi, ha un proprio archè, uno stomaco proprio, capace delle secrezioni particolari a quell'organo. Ogni parte del corpo si forma e si ripara grazie a dei semi specifici ad ogni organo. I semi del naso riproducono il naso, quelli della milza la milza, ogni organo con il proprio archè.

L'archè (la natura, lo spirito della vita) ha l'autorità su tutti i cambiamenti che si producono nel corpo, e quindi anche sulla malattia e la guarigione. Le malattie hanno cinque ordini di cause: gli astri (*ens astrorum*), che avvelenano l'atmosfera provocando una modificazione della composizione elementare, come una prevalenza dello zolfo; i veleni, interni o esterni all'organismo (*ens veneni*); i vizi di natura (*ens naturale*); gli errori del-

l'immaginazione o i malefici (*ens spirituale*) ed infine le malattie di origine divina (*ens Dei*). Tutte queste cause alterano gli equilibri fra gli elementi e le malattie sono il risultato delle alterazioni del sale, dello zolfo e del mercurio che sono in noi e che agiscono all'interno del corpo per azione chimica o spirituale, come le reazioni che avvengono in natura o nei recipienti dell'alchimista. Così il mercurio secondo il suo stato di volatilità può provocare manie, melanconie, letargie o convulsioni²⁴; lo zolfo determina febbri, infiammazioni e dolori; il sale, dissolvendosi o precipitando, produce rispettivamente le corruzioni, le consunzioni oppure le eruzioni o le ostruzioni. Tutto è però mediato dall'archè ed è su questo che il medico deve agire, con i metalli o i rimedi *specifici*, ma anche con i sortilegi per modificare le influenze astrali, favorendo la natura e permettendole di realizzare il suo corso.

La spina di van Helmont

Dopo Paracelso e i successi della nuova *farmacopea metallica*, la spiegazione chimica della vita e della malattia si sviluppa con forza nel XVII secolo.

Per Van Helmont tutti i fenomeni legati alla vita sono assimilabili ad un processo di fermentazione e al dualismo fondamentale acido/base, che può spiegare i processi intestinali e la funzione della bile. I corpi sono formati da un principio materiale unico, l'acqua (*initium ex quo*) ma per la loro produzione occorre un agente che li metta in forma, un fermento (*initium per quod*). Riprendendo la teoria paracelsiana dell'archè, o *direttore interno* di ogni organo del corpo, van Helmont afferma che il fermento è un essere formale che attira il principio o spirito generatore dell'archè, l'*aura vitalis*, e permette di far sviluppare nel fermento il *seme* che vi era preesistente. La materia con la quale l'archè o *principio vitale* forma i diversi corpi organizzati risulta dalla associazione fra gli elementi formali e l'acqua, e le diverse parti della organizzazione saranno disposte in modo armonioso grazie all'idea presente in ogni archè del modo in cui queste parti devono presentarsi (in termini moderni si direbbe che nell'archè è presente, sotto forma di idea, il *progetto* della or-

ganizzazione del corpo). Essendo un essere totalmente formale, l'archè ha bisogno dei fermenti, in senso chimico, per realizzare materialmente tale organizzazione.

Il corpo è composto da una serie di organi, ognuno dotato di un archè specifico (che assicura ad esso una vitalità propria). Durante l'embriogenesi, ogni archè presiede alla formazione dell'organo in cui risiede ed in seguito ne dirige tutte le funzioni. I vari archè *speciali* vengono poi coordinati e diretti da un archè principale, che ha una natura duplice (*duumvirat*) ed è localizzato nei due orifizi dello stomaco, centro delle forze *epigastriche*, una sorta di *cervello addominale* che esercita la sua influenza su tutti gli organi, coordinando le azioni e le reazioni degli organi gli uni sugli altri, assicurandone una *direzione armonica* e diretta ad uno scopo. L'archè si configura quindi, per van Helmont, come l'*entelechia* aristotelica, o la *natura* ippocratica, una forza vitale semplice suddivisa in più forze secondarie che nel loro insieme assicurano il comportamento finalistico dei sistemi biologici.

Al di sopra dell'archè, vi è l'anima sensitiva, realizzazione dell'anima immortale, la quale, attraverso il cervello, è responsabile della immaginazione, della memoria, della volontà. Ogni archè, poi, agisce attraverso dei fluidi sottili (*blas sensitivum, motivum, alterativum*) che assicurano rispettivamente la sensibilità, la mobilità e la plasticità.

Anche in patologia, van Helmont sostiene che le cause delle malattie sono come dei *semi*, delle *idee seminali*, le quali, provenendo sia dall'esterno (traumi, miasmi, veleni) che dall'interno del corpo (escrezioni trattenute, materia patogena), si rifugiano all'interno di organi specifici e vi fanno nascere la malattia attraverso un processo di fermentazione. La malattia *entra in guerra* con l'archè residente nell'organo e alla fine ciò provoca dei danni localizzati oppure il disordine può estendersi all'insieme del corpo. Ogni malattia dipende dal malfunzionamento, da un disordine, da un errore o semplicemente dall'inerzia dell'archè, incapace di svolgere la sua funzione di coordinazione, di finalizzazione delle attività chimiche e fisiche che si svolgono nel corpo. Ma tale *incapacità locale* si riflette immediatamente in un disfunzionamento dell'archè centrale del corpo. Il celebre mo-

dello della *spina di van Helmont* fornisce il paradigma critico nei confronti del modello meccanico: un attacco locale, una spina conficcata nella pelle, scatena un seguito di processi infiammatori, sino alla febbre e al malessere dell'intero organismo. C'è quindi una sproporzione fra le reazioni dell'organismo e la causa che le ha prodotte, in contraddizione con il principio meccanico secondo cui non c'è nulla nell'effetto che non sia contenuto nella causa.

L'archo è egualmente responsabile dell'assimilazione e se nei cibi ci sono elementi estranei all'organismo questi diventano irritanti e l'archo reagisce, provocando dall'interno la malattia. Ne consegue una definizione generale di malattia, che per esistere necessita di due condizioni, una alterazione del materiale degli organi e una reazione dell'archo o *principio della vita*. Dato che le alterazioni possibili sono pressoché infinite, anche le reazioni del principio vitale saranno egualmente infinite.

La iatrochimica conseguente

Con Sylvius e Thomas Willis la iatrochimica arriva alle sue posizioni riduzionistiche estreme: l'archè scompare e i fermenti non sono che acidi e basi, che realizzano processi esclusivamente chimici. Lo *spirito animale*, grande *motore* del corpo, è secreto nel cervello ed è anche esso formato da combinazioni chimiche dello stesso tipo. Tutte le funzioni plastiche (digestione, respirazione, secrezione, nutrizione) sono delle fermentazioni. Le *asprezze* alcaline e soprattutto acide dovute a fermentazioni anormali o non completate oppure a fermenti nocivi provenienti dall'esterno (aria viziata, miasmi, veleni) sono la causa delle malattie, che possono localizzarsi allo stesso modo nei solidi, nei liquidi o nell'anima. Gli umori sono il punto di partenza degli stati patologici, che successivamente si estendono ai solidi del corpo. Compito del terapeuta sarà quello di assicurare che le fermentazioni si svolgano con regolarità e di eliminare, neutralizzare le sostanze prodotte da fermentazioni difettose. Questo compito somiglia, nota causticamente Boyer²⁵, a quello del *sommelier* quando questi sorveglia e dirige la fermentazione del vino. Anche in questa visione iatrochimica radicale, tuttavia, c'è un re-

siduo non riducibile. Per Willis, ad esempio, la fonte del movimento e della vita sono degli *spiriti vitali* che emanano dal soffio divino. Lo spirito presiede alla formazione dell'embrione e sovrintende a tutte le fermentazioni che producono i fenomeni *plastici*, cioè la costruzione delle strutture dell'organizzazione vivente. Questi spiriti, in Sylvius come in Willis, finiscono per somigliare all'archè, in parte spirituale, in parte materiale. Nota con finezza Boyer,

nella chimiatra, come nello iatro-meccanicismo, si ritrova un residuo di vitalismo sfigurato, che serviva a spiegare dei fenomeni che sfuggivano a qualunque altra interpretazione²⁶.

Il dibattito teorico nella prima metà del Settecento

Il panorama medico della prima parte del Settecento è dominato dalla forte contrapposizione tra due medici che insegnano ambedue all'Università di Halle, Fredrick Hoffmann (1660-1742) e Georg-Ernst Stahl.

Hoffmann mette al centro della sua teoria, definita *dinamico-meccanica*, una definizione della vita²⁷ basata sull'idea di un movimento continuo del sangue e degli altri umori, prodotto dai battiti del cuore, o piuttosto di tutti i vasi, di tutte le fibre. Opponendosi decisamente alla iatrochimica in favore di una visione meccanica della vita, Hoffmann ammette tuttavia il ruolo di fermentazioni, di alterazioni umorali, di *acidità*. L'insieme dei movimenti meccanici, dato che questi sono armoniosi e diretti ad uno scopo coerente, deve essere retto da leggi fisse, invariabili, che non è possibile scoprire con l'osservazione ma di cui si deve ammettere l'esistenza a causa della natura finalistica dei movimenti del corpo, questa invece rilevata dalla osservazione empirica. Lo scopo di una buona teoria medica, scrive Hoffmann riprendendo Baglivi, è

di adattarsi ai fatti, di spiegare nel loro insieme le evoluzioni morbide, di fornire alla pratica i dati necessari per ottenere lo scopo che essa deve proporsi²⁸.

L'osservazione ci indica che una spiegazione puramente mec-

canica non è sufficiente. Pur partendo da una forte posizione teorica che vuole spiegare l'insieme della fisiologia e della patologia con teorie meccaniche, completate da elementi chimici, Hoffmann conclude che gli organismi viventi obbediscono a una meccanica, ad una chimica *superiore* le cui leggi sono ancora da scoprire. Essi hanno un *motore superiore* che concatena, coordina tutte le parti e i loro movimenti, al quale si aggiunge nell'uomo un principio ancora più elevato.

La circolazione è un movimento *vitale* che impedisce al sangue di putrefarsi, come farebbe spontaneamente. Da essa dipendono il *calore, le forze, l'agilità, il tono delle fibre, le inclinazioni, i costumi, le qualità dello spirito ed anche la saggezza e la follia*. Le cause della circolazione sono la contrazione e la dilatazione dei solidi. Al di sopra della contrazione del cuore e del movimento dei fluidi vi è l'azione del fluido nervoso, corrispondente all'anima sensibile, l'etere diffuso nella natura, che nei vegetali produce la germinazione e negli animali, secreto dal cervello, è la causa principale delle loro azioni. Tale etere è anche il fondamento delle passioni e degli istinti, e serve da anello intermedio fra l'anima spirituale o razionale e il corpo. Ciascuna delle particelle di etere, come l'archè di Paracelso e van Helmolt, ha una *idea* istintiva del corpo che essa anima e del suo meccanismo. E' questa idea, ancora una volta, a *guidare* durante l'embriogenesi la costruzione dell'organismo ed a *regolare* in seguito i movimenti della *macchina* del corpo, ad assicurarne il *consensus*, cioè l'agire armonioso delle sue diverse parti. I *vizi del movimento* sono le cause principali delle malattie, che possono essere divise in due gruppi, quelle in cui il movimento è troppo forte e produce spasmi e dolori, e quelle per cui il movimento è troppo debole, con la conseguente *atonìa*.

Grande chimico, Stahl rifiuta il tentativo di spiegare la vita con la chimica e la fisica e costruisce un sistema medio basato sul concetto di organismo distinto da quello di meccanismo, sul concetto di materia vivente distinta dalla materia bruta o inorganica²⁹. Al centro di questa teorizzazione, ancora più che per Hoffmann, vi è l'osservazione del *consensus*, dell'armonia e del finalismo di tutte le funzioni e strutture dei corpi organizzati. Vi sono certamente all'opera nei sistemi viventi dei fenomeni chi-

mici e fisici, ma questi sono retti da un ordine superiore, da leggi regolari e finalistiche che è facile osservare in azione. L'osservazione empirica e clinica mostra l'esistenza nei sistemi viventi di un *motore primo*, di un *centro direttore* delle varie funzioni. Questo ruolo è svolto dall'anima, che possiede una forza motrice propria (*motus in abstracto*) capace di produrre tutti i movimenti più intimi del corpo³⁰.

Per spiegare la circolazione, l'assimilazione e le secrezioni, Stahl associa la chimica e la fisica al *dinamismo organico*, di cui la forza vitale conosce le leggi, servendosi per ottenere gli scopi che le sono propri. E' l'anima, la forza vitale, che assicura la coerenza della *crasi*, del chimismo interno all'organismo, mantenendo in una buona *disposizione* gli organi e le funzioni, impedendo agli umori di seguire la loro tendenza naturale a disgregarsi, a dissociarsi, a putrefarsi. All'interno dell'organismo gli elementi chimici sono associati in un *misto* specifico, diverso nella composizione a seconda dei vari tessuti che compongono gli organi. Questo modo *speciale* di associarsi degli elementi presuppone una scelta, una disposizione particolare delle molecole. Questa *scelta* è il risultato della forza vitale, la quale però ha un potere solo indiretto sul misto, perché questo, essendo essenzialmente corruttibile, è assoggettato alle leggi chimiche e fisiche generali, o macrocosmiche³¹.

Nel sistema di Stahl, schematizzando, la materia è assolutamente passiva e segue rigidamente le leggi della chimica e della fisica; di conseguenza la costituzione materiale degli organismi viventi tende continuamente alla disgregazione; l'anima è la sola responsabile della conservazione del corpo, e la vita esiste solo in quanto l'anima è capace di mantenere una particolare combinazione di sostanze e ne ordina i movimenti e le associazioni, prevenendone la corruzione.

Il termine *anima* per Stahl non è direttamente legato alla tradizione religiosa o metafisica, ma indica esclusivamente il principio immateriale, intelligente, che coordina i movimenti necessari alla conservazione del corpo. E Stahl utilizza una panoplia di sinonimi per indicare questo principio, a partire da *physis*, la natura degli antichi, la *rerum natura* di Lucrezio, sino ad *agente della vita* (*vitae auctor, seu potius animalis natura, vel anima*),

ente attivo (*ens activum*), principio attivo o vitale (*principium activum; principium vitale*).

Nella patologia di Stahl la malattia è al tempo stesso passiva, in quanto risultato degli effetti di un agente morbigeno (*miasma*, virus, veleno), ed attiva, reazione della forza vitale contro la causa di malattia, per vincerla ed eliminarla. E in questa lotta la forza vitale può risultare deviata, modificata, non riuscendo più a mantenere la buona disposizione delle parti del corpo e la giusta composizione delle sostanze. Di qui, la disorganizzazione, la morte, la disgregazione. Le alterazioni umorali non sono la causa prima della malattia, come nella iatrochimica, ne sono una conseguenza. Il compito del medico è quello di seguire la marcia della *natura*, della forza vitale, di aiutarla, imitarla, indirizzarla quando è divenuta *viziosa*.

La critica di Hoffmann a Stahl

E' proprio questa posizione di Stahl che provoca la reazione di molti medici suoi contemporanei, in particolare del suo collega Hoffmann, molto attento alla pratica medica. Ed è importante notare come la critica si concentri proprio sui due aspetti centrali del dibattito sul rapporto fra chimica, fisica e medicina: la natura dell'anima e la possibilità di applicare alla costruzione della teoria medica le scienze chimico-fisiche. Hoffmann critica i medici di *gran nome*, i quali intendendo con il termine natura l'anima razionale,

vogliono che essa dopo aver formato il corpo con una saggezza e un'arte infinita, lo governi e lo conservi, regolando con la stessa arte e la stessa saggezza i movimenti vitali.

Questi medici, di conseguenza, pensano che la natura guarisca da sola tutte le malattie, espellendo tutte le materie eterogenee attraverso dei percorsi diretti dall'anima stessa, e quindi

affermano che ogni teoria medica raffinata o fondata sulle scienze fisico-matematiche sarebbe senza reale utilità, poiché queste scienze sono applicabili solo alle cose inanimate, che non somigliano affatto ai corpi organizzati e viventi³².

Dopo aver riassunto in questo modo la teoria di Stahl, per la verità riducendo molto la complessità della definizione dell'anima proposta da quest'ultimo, che distingue la *forza vitale* dall'anima in senso stretto, Hoffmann afferma che anche se il corpo è formato da un principio intelligente, esso *dopo la sua formazione è soggetto alle leggi fisiche e meccaniche*, distinguendo in questo modo i principi della costruzione della forma dal determinismo fisico-chimico che ne produce il funzionamento. D'altro canto, nota Hoffmann, lo stesso concetto antico di natura, la greca *physis*, comprende al tempo stesso le forze motrici del corpo e la composizione dei fluidi e dei solidi (l'insieme delle quali costituisce le *res naturales*), e quindi il concetto è distinto da quello di anima razionale *alla quale si attribuisce gratuitamente un potere assoluto sui corpi*.

Di qui, questa simultaneità e questa successione di movimenti prodotti da cause necessarie, fisiche, evidenti, tali che gli alimenti, gli elementi: movimenti che sono costantemente disturbati dalle malattie e che, di conseguenza, non sono e non possono essere ordinati e diretti dall'anima razionale ... Ora è evidente che il ristabilimento dell'armonia e dell'ordine non dipende dall'anima, ma dalla scienza del medico, che conosce le cause e apprezza i loro effetti³³.

Il dibattito teorico sfocia immediatamente su aspetti pratici e sul ruolo del medico nei confronti della malattia e del malato.

Il vitalismo alla fine del Settecento

Il vitalismo settecentesco nasce dalla crisi del modello allora dominante in medicina, il meccanicismo, ma al tempo stesso contesta la iatrochimica, considerando questa alternativa come priva di senso, dato che sia il meccanicismo che la iatrochimica annullano l'autonomia del vivente, subordinandolo a leggi ad esso esterne³⁴.

Il medico di Montpellier Jean-Charles de Grimaud, morto nel 1789 a soli 39 anni, riassumendo il nucleo della teoria medica di Stahl, pone al centro, ancora una volta, il paradosso del comportamento coerente e diretto ad uno scopo dei sistemi viventi.

Si parla molto della teoria di Stahl e gli si rimprovera comunemente di avere ricondotto all'anima tutte le operazioni del corpo [ma] egli aveva ben visto che la ragione di individualità di un essere vivente non si può trovare che nell'unità del principio che lo anima; egli aveva ben visto che le differenti parti che lo compongono possono unirsi, accordarsi, concertare le loro operazioni e tendere a certi fini attraverso movimenti comuni solo se esse sono sotto la dipendenza di un essere semplice che, in ragione della sua semplicità, può esistere al tempo stesso in tutte le parti e può farle concorrere a funzioni che non si rapportano né a tale parte o all'altra, ma che si rapportano al tutto formato dalla loro aggregazione ... l'animale non sussiste se non attraverso il concerto, l'ordine e l'armonia che regnano nelle sue funzioni³⁵.

Casomai si può criticare Stahl, continua Grimaud, per avere limitato il ruolo dell'anima o forza vitale alla sola forza del movimento, trascurando le malattie che derivano da una alterazione degli umori e delle sostanze che compongono gli organi:

egli [Stahl] non ha visto che il principio della vita, o natura, presente in tutte le parti del corpo, le conserva e le mantiene nello stato di salute attraverso delle forze che non possiamo assolutamente concepire, e che esso le altera e le corrompe nello stato di malattia, colpendole con un carattere di degenerazione o di depravazione che non appartiene che a lui³⁶.

L'atteggiamento teorico dei vitalisti stahliani, ha scritto Jacques Lordat, ha avuto il merito:

di abituare le menti a studiare empiricamente l'uomo nella sua interezza senza scomporlo e di relegare tra le chimere il progetto di risolvere i fenomeni della vita facendoli rientrare tra i fenomeni presi in considerazione dalla Fisica e dalla Chimica³⁷.

Ma questi vitalisti, conclude Lordat, hanno avuto più fortuna nel demolire che nell'edificare. Jean-Jacques Ménéret de Chambaud (1733-1815) critica a sua volta i meccanicisti, che in quel periodo sembravano dominare la riflessione teorica in medicina e in filosofia:

Il corpo umano diventa in mano a loro una macchina estremamente composita, o meglio un deposito di corde, di leve, di carrucole e di altri

strumenti meccanici ... si è creduto che il movimento avvenisse secondo le leggi normali che si applicano alle macchine inorganiche; si è trattato geometricamente il corpo umano, si sono calcolati con precisione tutti i gradi di forza richiesti per le diverse azioni, i consumi di energia che essi necessitavano, ma tutti questi calcoli, che non potevano che variare enormemente, non chiarivano affatto l'economia animale³⁸.

Il passo successivo, compiuto dai vitalisti di Montpellier, è quello di rendere autonoma l'economia animale e il principio vitale dall'anima in senso razionale, metafisico o spiritualistico. Ci si può limitare, propone Paul-Joseph Barthez (1734-1806), a considerare tale principio una causa sconosciuta nella sua essenza, ma che si scopre grazie all'esperienza e all'osservazione: è sufficiente concepire questo principio in modo astratto e scettico, e legare ad esso le leggi osservate nella successione dei fenomeni. Poco importa chiamare questo principio anima, archè, natura, a condizione che si escluda da questa definizione ogni riferimento alle facoltà di previsione e di ragionamento tipiche dell'anima pensante³⁹.

La riaffermata autonomia del vivente, dell'economia, dell'organizzazione, porta al rifiuto delle spiegazioni assolutistiche e alla conquista di un terreno specifico nella natura dove operano le forze vitali o forze morfogenetiche. La forza vitale, distinta dall'anima e dal corpo, è un terzo livello, che mette in comunicazione il materiale e lo spirituale.

Nello stato attuale, la forza vitale deve essere concepita attraverso idee distinte da quelle che abbiamo sull'anima e sul corpo, cioè a partire da leggi differenti dalle leggi psicologiche come dalle leggi della chimica e della fisica; queste leggi sono dominio esclusivo dell'esperienza, e devono spiegare fatti d'ordine molto differente⁴⁰.

Barthez insiste sull'esistenza di un principio vitale - insistenza che sarà criticata nell'Ottocento positivistic⁴¹ - proprio in base all'osservazione dell'armonia, dell'ordine, della regolarità che si manifestano in tutte le funzioni fisiologiche, in particolare nello sviluppo embrionale, nella costruzione della forma, come nella regolarità manifesta di certi stati patologici (febbri intermittenti, malattie ricorrenti, ecc.).

Possiamo chiamare ciò che si trova negli esseri viventi e che non si trova nei morti anima, archè, principio vitale, x, y, z, come le incognite dei geometri. Resta solo da determinare il valore di questa incognita, la cui sola supposizione abbrevia il calcolo dei fenomeni che si conoscono e di quelli che cerchiamo di conoscere⁴².

La soluzione del paradosso implicito nella osservazione dell'armonia delle funzioni e delle strutture viventi consiste per i vitalisti di Montpellier nel rifiuto delle spiegazioni assolutistiche ed unilaterali, nell'ammettere una organizzazione specifica dei sistemi viventi nella quale e dalla quale i processi chimici e fisici vengono diretti verso uno scopo, la conservazione dell'organizzazione.

Se il nostro corpo fosse una macchina bruta, inorganica, bisognerebbe necessariamente che un altro agente ne dirigesse, ne sostenesse e ne aumentasse i movimenti. Gli errori dei meccanicisti mi sembrano derivare unicamente dal non aver considerato gli animali come composti viventi ed organizzati⁴³.

La teoria della specificità del vivente, definita dalla scuola di Montpellier come il terreno elettivo di dibattito e sulla quale si era sviluppata una nuova concezione della vita, trova in Marie-François-Xavier Bichat (1771-1802) il suo coagulo e il suo sviluppo. L'opera di Bichat, breve ed intensa, si pone al tempo stesso come sintesi del pensiero biomedico settecentesco e punto di partenza dei grandi indirizzi teorici che domineranno tutto il XIX secolo, il punto di riferimento al tempo stesso per la fisiologia sperimentale di Magendie e l'anatomia patologica di Laennec, le due anime della medicina della prima metà del XIX secolo, la medicina fondamentale e quella clinica, che sembrano riflettersi direttamente nel titolo della maggiore opera di Bichat, l'anatomia generale applicata alla fisiologia e alla medicina⁴⁴.

Bichat rifiuta di scegliere fra le due opposte teorie assolutistiche, il vitalismo e il meccanicismo, e afferma che non c'è un unico principio guida dei sistemi viventi. Nel corpo si realizza invece un equilibrio dinamico, instabile, dato che la vita è movimento, la vita è conflitto, è lotta contro la tendenza naturale

della materia alla disorganizzazione, alla disgregazione; di qui l'impossibilità, teorica e non solo pratica, di separare l'anatomia dalla fisiologia, la struttura dalla funzione, la statica dalla dinamica.

Al centro della riflessione teorica di questo periodo è il ruolo delle *passioni*, che vengono distinte dalla ragione o anima razionale, con una netta distinzione fra *movimenti istintivi* o *involontari* e *attività razionali* o *volontarie*. La constatazione della importanza dell'azione delle passioni, del *morale* sul *fisico*, per il medico vitalista Julien-Joseph Virey (1775-1846) porta a negare la possibilità di interpretare il corpo come una macchina meccanica, per quanto complessa.

Se l'uomo non è che una macchina completamente fisica messa in moto da molle interamente corporali, come sostengono oggi tanti fisiologi, il morale non esiste, e l'azione di una idea che uccide di dolore una madre che perde il suo unico figlio diviene del tutto incomprensibile; perché, vi prego, cosa c'è di comune fra la distruzione di una massa organizzata e la mia propria organizzazione, per trascinarla senza contatto fisico alla stessa rovina? Un orologio a pendolo si ferma forse perché la molla dell'orologio vicino è rotta? E se il figlio è morto in India, forse è il pezzetto di carta che annuncia la cattiva notizia a contenere un veleno mortale specificamente per questa madre e per nessun altro⁴⁵?

Non si può concepire che una macchina automatica, per quanto complessa essa sia, abbia anche il potere di autodistruggersi per effetto delle passioni o dello stato mentale, come un uomo si uccide per il dolore o la disperazione. *E' necessaria una causa superiore al corpo, per sottomettere il corpo⁴⁶*, il principio regolatore delle attività del corpo e responsabile della sua organizzazione, della sua vita non può essere parte del corpo stesso, deve esserne distaccato, separato. Anche se si può far ricorso alle *fibre* del cervello, alla loro *eccitazione* o all'accentuata produzione di *fluidi nervosi* si finisce sempre col dovere cercare una causa per questa aumentata attività nervosa, e tale causa non può identificarsi con il corpo stesso.

La metafora dell'uomo-macchina serve ancora, ma in direzione opposta a quella tradizionale: in un corpo bruto non si può avere movimento senza una forza esterna al corpo stesso,

senza un peso o una leva; allo stesso modo negli esseri viventi c'è una attività interna, un *impetum faciens*, una forza autonoma, un principio di azione distinto dal corpo, perché scompare con la morte, anche quando al momento della morte le parti fisiche rimangono al loro posto.

La teoria medica prende quindi un atteggiamento pragmatico: a causa della evidente influenza del morale sul fisico, della necessità di un principio regolatore delle strutture e delle loro funzioni non si può non ammettere l'esistenza di una *forza vitale* intermedia fra l'anima in senso tradizionale e il corpo, anche se l'essenza di tale forza vitale potrà non essere mai capita o scoperta.

Se non si tratta di un anima, di un principio vitale, un archè o qualunque altro nome si voglia dargli, non è men vero che esso dirige l'organismo, modificando la contrattilità e la sensibilità dei nostri tessuti, dei nostri sistemi organici. Certo noi siamo contrattili e sensibili, ma un centro di governo regge le nostre facoltà⁴⁷.

Ci vuole un re o un presidente in questa repubblica di organi, continua Virey, proponendo una metafora che avrà grande sviluppo nel XIX secolo, e questo presidente deve avere una voce che domina su essi in una moltitudine di casi. Senza questo *centro* il corpo sarebbe una anarchia e le varie forze che agiscono in esso ne produrrebbero la distruzione. Ciò che è tipico della vita, e che ne definisce il carattere centrale, è la capacità di organizzazione, di coordinazione, di regolazione.

La riflessione teorica sul *paradosso fondamentale*, sull'interpretazione della dicotomia fra attività meccanica e chimiche e forze che ne assicurano la coordinazione e la coerenza, continua ad occupare un grande spazio nella medicina teorica e in biologia.

Il mancato sviluppo della iatrochimica dopo la rivoluzione lavoisieriana

La rivoluzione lavoisieriana permette all'inizio dell'Ottocento lo sviluppo della fisiologia sperimentale e l'origine della chimica fisiologica, ma al tempo stesso ha una notevole influenza anche sul dibattito teorico all'interno della medicina e sulle possi-

bilità di applicare i nuovi procedimenti e le nuove scoperte della chimica alla pratica diagnostica e terapeutica. Questa influenza è sensibile a tre diversi livelli: la definizione generale della malattia (i sistemi medici), la comprensione delle basi fisiologiche dei processi vitali e patologici, l'utilizzazione diretta dei procedimenti chimici nella diagnosi e nella terapia. Se in questi due ultimi ambiti la chimica svolge un ruolo centrale, l'apporto della rivoluzione chimica alla definizione dei principi teorici della medicina è paradossalmente molto più debole rispetto a quanto ci si sarebbe potuti attendere, data l'importanza avuta nei secoli precedenti dalla iatrochimica, la quale aveva a lungo cercato una spiegazione unitaria dei processi patologici, basata sulla chimica e sulla possibilità di considerare le trasformazioni chimiche che avvengono all'interno dell'organismo come analoghe o anche identiche alle reazioni studiate dal chimico in laboratorio.

I risultati dell'applicazione delle nuove tecniche dell'analisi elementare allo studio dei sistemi viventi permette di determinare la composizione del sangue e dell'urina, o i prodotti della digestione e della respirazione. L'analisi elementare mostra una assoluta identità di comportamento tra i processi chimici e le operazioni organiche, quelle che avvengono all'interno degli organismi vegetali e animali. La dimostrazione che i composti chimici differiscono l'uno dall'altro nella composizione elementare fa avanzare l'ipotesi che la conversione di un dato composto in un altro possa avvenire semplicemente per mezzo della rimozione, addizione o ricombinazione di gruppi specifici di costituenti elementari. Dato che gli elementi sono immutabili, mentre le sostanze nell'organismo subiscono continue trasformazioni, ciò che cambia è il modo e le proporzioni secondo cui quei pochi principi elementari sono combinati tra loro. L'analisi elementare diviene quindi il criterio esplicativo delle reazioni organiche e la base sperimentale per la formulazione di teorie sui meccanismi chimici delle funzioni organiche.

La maggior parte dei nostri grandi chimici hanno portato la fiaccola dell'analisi sugli oggetti che sono competenza della fisiologia e della medicina, e si sono impegnati nella determinazione della composizione intima delle parti solide e liquide del corpo animale⁴⁸.

In che modo si potrebbe sottovalutare la portata del loro contributo? Senza accontentarsi di chiarire la fisiologia dell'uomo sano, essi trasportano i loro benefici apparati al capezzale dell'uomo malato e scoprono la natura delle sue secrezioni e delle sue escrezioni morbifiche sino all'interno del tessuto degli organi. Purificata dal fuoco della loro riforma, la terapeutica non è più un informe arsenale.⁴⁹

L'irregolarità delle leggi vitali, enunciata con forza da Théophile de Bordeu (1722-1776) e da Bichat, non solo rende inutile qualsiasi valutazione di tipo quantitativo dei fenomeni organici, ma impedisce anche una analisi qualitativa sulla base dei principi chimici. I chimici, nel tentativo di comprendere i processi alla base delle funzioni fisiologiche, avevano eseguito l'analisi elementare dei fluidi e dei solidi dell'organismo. Tali analisi rappresentano agli occhi di Bordeu e Bichat una ulteriore dimostrazione dell'impossibilità di estendere ai corpi organici gli stessi procedimenti adottati per i composti inorganici. Le analisi elementari eseguite su questi ultimi, infatti, registrano fedelmente la loro composizione proprio in quanto essa è costante, uniforme, mentre quelle condotte sui fluidi organici danno risultati sempre diversi tra loro e a volte contraddittori, in ragione del fatto che la composizione di detti composti è soggetta a variazioni continue, a seconda dello stato degli organi in cui si trovano o con i quali interagiscono.

Bordeu limita drasticamente l'utilità della chimica nello studio della vita e della malattia, affermando che

non si può negare che l'analisi chimica del latte, del sangue, dell'urina e delle altre parti degli umori animali possa condurre ad un numero considerevole di scoperte ... ma è impossibile che questa analisi degli umori morti e sottoposti a mutamenti dai quali la vita animale li protegge possa donare la chiave dei fenomeni della vita animale e sensibile : o almeno i chimici non sono riusciti a farlo a tutt'oggi⁵⁰.

Bichat afferma l'impossibilità di conoscere la natura di un fluido presente nell'economia animale se non dopo averlo analizzato in tutte le condizioni possibili, il che richiederebbe un numero infinito di determinazioni.

Per Bichat, l'anatomia patologica è la scienza medica del futuro ed essa potrà davvero assicurare alla medicina una base scientifica, permettendo lo studio delle lesioni del corpo legate alle diverse malattie, senza dover fare ricorso a *scienze accessorie*:

La medicina è stata per lungo tempo esclusa dalle scienze esatte. Avremo il diritto di appartenere ad esse, almeno per la diagnosi, quando l'osservazione rigorosa sarà costantemente combinata con l'analisi dei cambiamenti negli organi ... Quale è il valore dell'osservazione, se non si conosce la sede della malattia? Voi potete prendere delle note sulle malattie del cuore, dei polmoni e dello stomaco, per venti anni dal mattino alla sera al letto del malato, e non sarete capaci di uscire dalla confusione. I sintomi, che non corrispondono a niente, presenteranno solo fenomeni incoerenti. Aprite qualche cadavere e immediatamente questa oscurità, che la sola osservazione non avrebbe mai eliminato, scomparirà.⁵¹

La chimica può avere delle applicazioni importanti in fisiologia, patologia o igiene, ma non può essere di alcuna utilità nella comprensione della natura dell'organizzazione animale allo stato fisiologico o patologico, e quindi non può fornire alcun elemento alla questione centrale della struttura teorica della medicina, la definizione di malattia.

Lo studio chimico dei sistemi viventi non potrà ridursi alla costruzione di un sistema basato su un principio unico. A partire dall'inizio dell'Ottocento si instaura un metodo che ha due punti di partenza diversi, uno *dal basso* che partendo dallo studio degli elementi chimici e delle loro ricombinazioni risale ai percorsi delle chimiche all'interno dell'organismo, l'altro *dall'alto* che utilizza l'organizzazione, la forma come principio di spiegazione di queste stesse trasformazioni. La chimica e la fisica, modelli interpretativi a lungo separati ed opposti, divengono semplicemente la chimico-fisica, che si oppone alle scienze che studiano la forma, l'organizzazione e la sua evoluzione nello spazio e nel tempo. La biologia e la medicina non sono scienze di oggetti particolari, descrivibili in termini chimici e fisici, quanto scienze delle relazioni tra tali oggetti nello spazio e nel tempo, relazioni che nel concetto di *organizzazione*, e successivamente di evoluzione, trovano il loro centro teorico.

E Raspail individua nella cellula il luogo elementare in cui i processi chimici si realizzano.

L'organizzazione è una cristallizzazione che concerne la forma vescicolare e produce una cellula suscettibile di attirare nel suo seno i gas necessari al suo sviluppo vescicolare e alla riproduzione del suo tipo; questa cellula è un laboratorio in cui i gas si condensano in liquidi che a loro volta si organizzano in tessuti: essa è da sola un essere organizzato⁵².

Il concetto di organizzazione diventa centrale nel pensiero biomedico e la spiegazione della sua costruzione durante l'embriogenesi e della sua permanenza nel tempo e nello spazio prende il posto di problema centrale della ricerca e della teorizzazione in biologia e in medicina.

L'organizzazione e le cause di malattia

All'inizio dell'Ottocento, le cause di malattie vendono distinte in due ordini, le *cause interne*, che nascono all'interno dell'organismo, e le *cause esterne*, quelle che provengono dall'esterno e sono solo *applicate all'economia*. L'analisi delle cause interne mostra che queste, a loro volta, si distinguono in due tipi, uno legato alla *composizione chimica dei nostri fluidi e dei nostri solidi*, mentre l'altro si manifesta *nella organizzazione propria delle nostre parti, nelle proprietà vitali che le animano, nelle funzioni che esse svolgono in salute come nello stato di malattia⁵³.*

Il gioco fra i diversi tipi di cause provoca la grande variabilità delle reazioni dell'organismo ai diversi fattori che possono provocare una malattia. La composizione chimica dei fluidi e dei solidi da origine ad una *moltitudine di cause di malattie*, mentre le proprietà vitali, a loro volta, *infinitamente mobili e variabili* ne modulano il comportamento e il destino.

Senza affermare che le molecole della materia, sottoposta all'azione della vita, ricevano, dal principio vitale, un'influenza che cambia o modifica le loro affinità naturali; senza pretendere che le leggi della chimica dei corpi inerti siano in completa opposizione con quelle che presiedono al gioco delle affinità nel corpo vivente, noi crediamo di poter ipotizzare che le circostanze nelle quali si trovano gli elementi chimici dei nostri organi sono del tutto straordinarie, dato che essi si combinano in un ordine che non ha alcuna analogia con quanto avviene al di fuori dell'economia animale⁵⁴.

Dunque, all'interno dell'organizzazione si trovano gli stessi elementi ed operano le stesse leggi che nella materia inerte, ma l'organizzazione e le sue proprietà vitali ne modificano il comportamento, combinandole in relazioni peculiari. L'organizzazione può creare *associazioni di elementi i più disparati*, come può reciprocamente lasciare separate chimicamente *delle molecole che hanno fra loro la più grande affinità*. Le leggi della chimica e della fisica restano valide, ma vengono come *piegate* dall'organizzazione ai suoi fini.

La presa di coscienza del paradosso fondamentale

La riproposta separazione fra forze chimiche e *fisiche e atti dell'economia o organizzazione* ripropone il paradosso tradizionale: i sistemi viventi sono retti dalle leggi deterministiche della chimica e della fisica oppure è l'organizzazione (che prende il posto dell'*archè* e della *forza vitale*) che dirige e controlla i fenomeni fisici e chimici all'interno dei sistemi biologici? Ed anche ammettendo il ruolo di *controllo* da parte dell'organizzazione, come questo si manifesta, si realizza e come si mantiene la sua continuità nel tempo, durante la vita dell'organismo e nel susseguirsi delle generazioni?

Claude Bernard (1813-1878) è il fisiologo ottocentesco che, riassumendo nel pieno di una rivoluzione scientifica un secolo di elaborazione teorica⁵⁵, sembra aver approfondito il significato di questo paradosso senza tuttavia risolverlo, anzi affermandone la natura sostanziale, inevitabile, irriducibile.

Esaminando i caratteri generali degli esseri viventi, Claude Bernard li riconduce a cinque: a. l'organizzazione, b. la generazione (riproduzione), c. la nutrizione, d. l'evoluzione (nel senso di sviluppo embrionale), ed infine e. la caducità, la malattia, la morte⁵⁶.

Tra questi, l'organizzazione (con la nutrizione o assimilazione che ne permette il mantenimento) sembra avere un significato speciale. Scrive Claude Bernard:

L'organizzazione risulta da una combinazione di sostanze complesse che reagiscono le une con le altre. Per noi è la disposizione che dà origine alle proprietà immanenti della materia vivente, disposizione speciale e molto complessa, ma che obbedisce egualmente alle leggi chimiche generali

*del raggruppamento della materia. Le proprietà vitali non sono in realtà che le proprietà chimico-fisiche della materia organizzata*⁵⁷.

La nutrizione o assimilazione era stata da sempre considerata, nota Claude Bernard, come il carattere distintivo, essenziale, degli esseri viventi, come la più costante e la più universale delle sue manifestazioni, la sola che *deve e può essere sufficiente a caratterizzare la vita*. La nutrizione consiste nello scambio continuo delle parti materiali che compongono l'organismo vivente, sede di un movimento nutritivo che interessa tutte le sue parti. Questo *rinnovamento molecolare* non può essere osservato direttamente, ma dato che ne possiamo determinare i prodotti di origine e di fine, l'ingresso e l'uscita, possiamo concepirne le fasi intermedie all'interno del corpo. La nutrizione è come una corrente di materia che attraversa l'organismo, la cui forma rimane costante nonostante il rinnovamento chimico continuo delle sue parti. E Bernard cita Georges Cuvier (1769-1832) e Marie-Jean-Pierre Flourens (1794-1867), che avevano proposto metafore rimaste classiche a questo proposito: *L'essere vivente è un vortice a direzione costante, nel quale la materia è meno essenziale della forma* (Cuvier); *La vita è una forma servita dalla materia* (Flourens).

Ma dunque, sembra chiedersi Bernard, percependo con chiarezza il paradosso, cosa assicura il mantenimento della forma, la continuità dell'organizzazione che determina le *proprietà vitali*? E la risposta la trova nella riproposta di un dualismo teorico di fondo, che separa le *condizioni chimico-fisiche* da una *legge morfogenetica* e afferma l'esistenza di un *disegno prestabilito*.

*I fenomeni vitali hanno certo le loro condizioni chimico-fisiche rigorosamente determinate; ma allo stesso tempo essi si subordinano e si succedono in una concatenarsi e seguendo una legge fissata in precedenza: essi si ripetono eternamente, con ordine, regolarità, costanza, e si armonizzano, in vista di un risultato che consiste nell'organizzazione e nella crescita dell'individuo, animale e vegetale*⁵⁸.

Riprendendo la formulazione di Bichat, Bernard afferma che *la vita è un conflitto* e le sue manifestazioni risultano dall'intervento di due fattori: le *leggi prestabilite*, dovute all'atavismo, all'e-

reditarietà, che regolano i fenomeni nella loro successione, concerto e armonia, e le *condizioni chimico-fisiche* determinate che sono necessarie alla produzione dei fenomeni⁵⁹. Se il fisiologo sperimentale può avere un controllo totale in laboratorio sulle *condizioni chimico-fisiche*, egli non ha alcuna presa sulle leggi morfogenetiche, che sono il risultato dello *stato anteriore* dei sistemi biologici, trasmesso attraverso l'eredità. Per questo, conclude Claude Bernard, alcuni filosofi e fisiologi hanno potuto scrivere che la vita non è che ricordo: *io stesso ho scritto che il germe sembra conservare la memoria dell'organismo da cui deriva*⁶⁰.

Se ogni fenomeno dell'economia è tributario delle forze generali della natura, quando viene considerato nelle sue relazioni, nei suoi rapporti con gli altri fenomeni vitali, esso manifesta un legame speciale, sembra essere diretto da una qualche *guida invisibile* che lo indirizza su una strada determinata, attribuendo il posto che ad esso compete nell'organizzazione. *Vi è come un disegno prestabilito di ogni essere e di ogni organo, un quid proprium dell'essere vivente, legato ad un ordinamento vitale prestabilito*⁶¹.

Questo *piano organico*, tuttavia, non è propriamente una forza vitale, in quanto non interviene attivamente nei processi chimici, i quali sono invece soggetti ad un rigido determinismo chimico-fisico, che si può studiare in modo rigoroso in laboratorio⁶². Il potere di controllo è quindi distinto, separato, dal potere esecutivo, responsabile della produzione dei fenomeni vitali. La sola forza vitale che Bernard vuole ammettere è *una sorta di forza legislativa, ma per nulla esecutiva*.

*Per riassumere il nostro pensiero, potremmo dire metaforicamente: la forza vitale dirige dei fenomeni che essa non produce; gli agenti fisici producono dei fenomeni che essi non dirigono*⁶³.

Ma questi due aspetti della vita non possono essere separati, morfologia e fenomenologia, forma e funzione, leggi morfogenetiche e determinismo chimico-fisico sono intrinsecamente legati ed inseparabili:

Considerando la questione in modo assoluto, si deve dire che la vita non è né un principio né una risultante. Essa non è un principio, perché que-

sto principio, in qualche modo dormente o in attesa, sarebbe incapace di agire da solo. La vita non è d'altro canto una risultante, in quanto le condizioni chimico-fisiche che presiedono alla sua manifestazione non saprebbero imprimere ad essa alcuna direzione, alcuna forma determinata ... Nessuno di questi due fattori, preso isolatamente, può spiegare la vita. La loro riunione è indispensabile. Di conseguenza, per noi la vita è un conflitto. Le sue manifestazioni risultano da una relazione stretta ed armonica tra le condizioni e la costituzione dell'organismo⁶⁴.

Il linguaggio riccamente metaforico di Claude Bernard - *ordre vital, dessin préétabli, guide invisible, plan organique, lois préétablies, souvenir, mémoire* - ha molte assonanze facilmente percepibili con la teorizzazione contemporanea in biologia molecolare, centrata sui concetti di programma e informazione, ma sembra egualmente riecheggiare i sinonimi usati da Stahl per designare l'anima o principio vitale nel Settecento (*physis, natura rerum; vitae auctor, seu potius animalis natura, vel anima; ens activum; principium activum; principium vitale*).

Ed andando ancora più indietro nella storia, il tentativo di Fabrizio d'Acquapendente, alla fine della sua opera scientifica di grande anatomico, di spiegare il moto in base alla anatomia e alle leggi della fisica, non è un maldestro tentativo di uscire dal suo terreno per invadere quello del fisico, ma piuttosto un dichiarare la parzialità degli studi puramente morfologici e la necessità di associare allo studio della forma lo studio della funzione.

La tradizionale dicotomia del pensiero biologico e medico, quella fra forma e funzione, fra struttura e dinamismo chimico, costituisce in effetti una diversa espressione della dicotomia fra determinismo chimico-fisico e *disegno vitale*. La permanenza della forma, della struttura, della organizzazione è in effetti la causa della permanenza nel tempo dei fenomeni vitali. Segno evidente, questo, di una continuità teorica, della permanenza di un paradosso fondamentale, al di là della profonde trasformazioni verificatesi nella medicina e nella biologia. Il sogno cartesiano di una spiegazione puramente meccanica della vita, come quello paracelsiano o helmontiano di una spiegazione puramente chimica della vita, basata sulla fermentazione, anche se troveranno ancora nel Novecento sostegni scientifici e filosofici, con il riduzionismo meccanicistico alla Loeb o la *teoria enzima-*

tica della vita, si infrangono contro la permanenza irrisolvibile di un dualismo fondamentale fra meccanismo e progetto, fra determinismo chimico-fisico ed esistenza di un *disegno vitale*, di un programma. Ma anche il vitalismo viene egualmente abbandonato, quando si oppone al determinismo fisico e chimico in nome di principi non naturali o animistici. L'alternativa fra vitalismo e meccanicismo, fra integrisimo e riduzionismo, si rivela essere una falsa alternativa, dato che si tratta di due interpretazioni estreme ed unilaterali di un dualismo di fondo che è irrisolvibile, dualismo nel quale il determinismo chimico e il ruolo di *forze legislative* ma non *esecutive* sono aspetti complementari e non riducibili uno nell'altro. Ciò che cambia nel nostro secolo, rispetto alla continuità del paradosso fra determinismo e finalismo, è che la sola percezione di questo paradosso lascia il posto ad una teorizzazione che tende a risolverlo, studiando in laboratorio, cosa che Claude Bernard riteneva impossibile⁶⁵, proprio le *leggi morfogenetiche*, il disegno, il programma, scritto anch'esso nel linguaggio della chimica, ma risultato esclusivo dell'evoluzione per selezione naturale. Il vocabolario informazionale, che sostituisce quello metaforico di Stahl e Claude Bernard, diviene operativo all'interno di una disciplina scientifica, la biologia molecolare, che dell'accettazione del paradosso fondamentale fa uno dei principi teorici della propria struttura esplicativa.

BIBLIOGRAFIA E NOTE

1. L'invito ai medici a viaggiare ed a osservare la natura, invece di studiare i libri, a costruire dei *camini* ed analizzare *l'opera del fuoco*, la si trova, oltre che in Paracelso, in Petrus Severinus (1540-1602) e in Joseph Duschesne (Quercetanus, 1544-1609). Cfr. DEBUS A., *Chemistry, alchemy and the new philosophy, 1550-1700*. Londra, 1987; ID., *The French Paracelsians; the chemical challenge to medical and scientific tradition in early modern France*. Cambridge, 1991.
2. SEVERINO M.A., *Zootomia democritea; id est, Anatome generalis totius animalium opificii*. Norimberga, 1645.
3. MALPIGHI M., *De viscerum structura exercitatio anatomica*. Bologna, 1666. *Opere scelte*. A cura di BELLONI L., Torino, 1967.
4. BAGLIVI G., *De fibra motrice et morbosa*. Perugia, 1700. Cfr. GRMEK M.D., *La première révolution biologique*. Parigi, 1990, cap. V e VII.
5. BORELLI G.A., *De motu animalium*. Roma 1680-1681, 2 vol.
6. Anche in questo caso, come vedremo più avanti, la descrizione schematica risulta essere del tutto inadeguata. Se Philippe Hecquet, in effetti, pubblica nel 1712 un volume di critica a Vieussens dal titolo *De la digestion des alimens, pour montrer*

- qu'elle ne se fait pas par le moyen d'un levain, mais par celui de la trituration ou du broyement (Paris, 1710), l'altro protagonista di questa celebre disputa scrive un libro, pubblicato solo nel 1755, dal titolo *Expériences et réflexions sur la structure et l'usage des viscères; suivies d'une explication physico-mécanique de la pluspart des maladies*, (Paris, 1755) che riprende in parte le tesi meccaniche di Hecquet.
7. BOERHAAVE H., *Elementa chemiae*. 2 vol., Leiden, 1732.
 8. STAHL G.-E., *Fundamenta chymiae dogmaticae et experimentalis*. Nuremberg 1723.
 9. *Dove finisce il fisico, là inizia il medico*. STAHL G.-E., *Paraenesis de alienis a doctrina medica arcendis*. Halle, 1706.
 10. Si assiste spesso ad una acritica permanenza di definizioni schematiche anche all'interno di lavori storiografici molto rigorosi, come ad esempio in un recente articolo di Pascal Duris (*Monsieur Machine contre l'homme-cheval. La Mettrie critique et vulgarisateur de Linné*. Hist. Phil. Life Sci. 17; 1995) che riprende a proposito di Boerhaave la definizione di iatromeccanico proposta nell'Ottocento, ad esempio da Boyer nell'articolo *Histoire de la médecine* del grande *Dictionnaire Dechambre*. Questo ultimo, tuttavia, definisce Boerhaave un *biomeccanico* in quanto considera che *malgrado il loro antagonismo, i sostenitori della chimia e della iatro-meccanica si facevano dei reciproci prestiti ed in fondo erano la stessa cosa, principi teorici che riposavano su ipotesi in contraddizione con i fatti e che non potevano accordarsi fra loro*. (BOYER L., articolo *Histoire de la médecine. Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, (dir. A. Dechambre). Seconda serie, vol. 16, Paris, 1873, p. 126).
 11. FABRIZI D'ACQUAPENDENTE, *De musculi artificio, ossium de articulationibus, etc.* Padova, 1614.
 12. *Un des ouvrages les plus faibles de Fabrizio*. DEZEIMERIS J.E., Fabrizio d'Acquapendente (Jérôme), *Dictionnaire historique de la médecine ancienne et moderne, 4 tomes*, Paris, Déchet jeune, 1834, vol. 2, p. 264.
 13. FABRIZI D'ACQUAPENDENTE, *De respiratione et ejus instrumentis libri duo*. Padova, 1615.
 14. FABRIZI D'ACQUAPENDENTE, *De motu locali animalium secundum totum*. Padova, 1618.
 15. von HALLER A., *Primae lineae physiologiae in usum praelectionum academicarum*. Göttingen, 1747. Ristampa dell'edizione del 1786, con introduzione di KING L. S., New York, 1966. Trad. franc. della prima edizione, Parigi, 1752; trad. ital. della seconda edizione, Venezia, 1765. *Bibliotheca anatomica: qua scripta ad anatomen et physiologiam facientia a rerum initiis recensentur*. 2 voll.. Zürich, 1774-1777. Physiologie. In: *Encyclopédie, Supplément IV* (1777); ristampa in: WIMMER-AESCHLIMANN U., *Geschichte der Physiologie*. Bern, 1968.
 16. PORTAL A, *Histoire de l'anatomie et de la chirurgie*. 7 voll., Paris, 1770-1773.
 17. DEZEIMERIS J.E., op. cit. n. 12, p. 264.
 18. WILLIS T., *Diatribae duae: I. de fermentatione, seu de motu intestino particularum in quocumque corpore; II. de febribus, seu de motu earumdem in sanguine animali*. La Haye, 1659; anche in: *Opera omnia*, Genève, 1676.
 19. RENAULDIN L.J., *Introduction. Dictionnaire des sciences médicales*. (Dict. Panckoucke). Paris, 1812, vol. I, p. xciii
 20. BORELLI G.A., *De motu animalium ac Dissertationibus physico-mechanicis de motu musculorum et de effervescentia et fermentatione J. Bernoulli aucta*. Den Haag, 1743.
 21. BELLINI L., *Opuscula aliquot ad Archibaldum Pitcarium de urinis, de motu cordis, de motu bilis, de missione sanguinis, etc.* Pistoia, 1695.
 22. BOERHAAVE H., *Institutiones medicae, in usus annuae exercitationis domesticos*. Leiden, 1708. Trad. franc. di J. de la Mettrie, Paris, 1740.

23. Cfr. DELBRÜCK M., *Aristotle-totle-totle*. In: *Of Microbes and Life*. Monod J., Borek E. (eds.), New York, Columbia University Press, 1971, pp. 50-55; FANTINI B., *Utilisation par la génétique moléculaire du vocabulaire de la théorie de l'information*. In: *Transfert de vocabulaire dans les sciences*. Volume préparé par M. Groult, sous la direction de P. Louis et J. Roger, Paris, Editions du CNRS, 1988, pp.159-170.
24. Il ruolo delle osservazioni empiriche non può essere sottovalutato nemmeno in questo contesto estremamente metafisico e quasi magico: l'abuso di mercurio ad esempio, largamente usato in terapia all'epoca contro la *grande malattia*, la sifilide, produce convulsioni e tremori. Se ne può concludere che lo stesso mercurio, necessariamente presente nel corpo in base al principio della corrispondenza macrocosmo-microcosmo, produca gli stessi effetti sul corpo umano.
25. BOYER L., op. cit. n. 10, p. 124.
26. BOYER L., op. cit. n. 10, p. 124.
27. HOFMANN F., *Medicinae mechanicae idea universalis*. Halle, 1693. In: *Opera omnia physico-medica*. Ginevra, 1748-1749. Cfr. anche *Medicina rationalis systematica*. Halle, 1718, Venezia, 4 tomi, 1730-1738 ; *Programma de mechanica optima in medicina philosophandi methodo*. Halle, 1728.
28. HOFMANN F., op.cit. nota 27. G. Baglivi aveva proposto un metodo di *induzione progressiva* nella costruzione delle teorie mediche, in modo da portare la medicina allo stesso livello delle scienze della natura. *Questo metodo ha potentemente contribuito ai progressi dell'astronomia, delle scienze fisiche, ed ha dato i maggiori risultati nelle mani dei nostri gran maestri, da Ippocrate sino a Sydenham. Tra i moderni, Bacon ne è stato il rinnovatore. Con esso si possono costruire solide teorie che diventano delle guide utili; bisogna per questo che la teoria esca dalle interiora stesse delle cose, e sia solamente una deduzione esatta dell'osservazione e della constatazione precisa dei fenomeni della natura* (BAGLIVI G., *De praxi medica*. Roma, 1696, I, c. x,xi,xii). *Non è raro di sistemare nel proprio studio delle idee che sembrano molto ragionevoli e certe. Cercate di applicarle, e ne vedrete l'impossibilità, l'assurdità. Io resto aderente alle mie ipotesi sino a che esse seguono la natura; le abbandono non appena se ne allontanano, ed è la natura che seguono ... la ragione deve mettersi al servizio dell'empirismo studioso, impregnato di osservazione*. (op. cit., II, c. x).
29. STAHL G.F., *Dissertatio de vita*. Halle, 1701. *Disquisitio de mechanismi et organismi diversitate*. Halle, 1706.
30. Cfr. DUCHESNEAU F., *La physiologie des Lumières: empirisme, modèles et théories*. [Archives internationales d'histoire des idées, 95], The Hague, 1982 ; GRMEK M.D., REY R., (a cura di), *Physiologie et médecine*. In: *Dix-huitième siècle*. Numero monografico, 1991.
31. STAHL G.F., *De vera diversitate corporis mixti et vivi et utriusque peculiarum proprietatum necessaria directione demonstratio*. Halle, 1707. *Theoria medica vera*. Halle, 1707; *Dissertatio de proportione humorum ad motus*. Halle, 1711.
32. HOFMANN F., 1746. Anche in: *Opera omnia physico-medica*. Genève, 1740-1753, 9 vol., v. 1, p. 24.
33. HOFMANN F., op. cit. nota 32.
34. Sull'insieme del vitalismo nella seconda metà del Settecento si veda REY R., *L'anima, il corpo e il vivente*. In: GRMEK M.D., (a cura di), *Storia del pensiero medico occidentale*. Vol. 2, Bari, Laterza, 1996, p. 195-257.
35. GRIMAUD J.-C.-M.-G., *Leçons de physiologie*. Montpellier, 1792, t. 1, p. 325-328.
36. GRIMAUD J.-C.-M.-G., op. cit. n. 35.
37. LORDAT J., *Exposition de la doctrine médicale de Paul-Joseph Barthez, et mémoire sur la vie de ce dernier*. Montpellier, 1818, p. 55-56.

38. MÉNURET DE CHAMBAUD J.J., articolo *Oeconomie animale*. In: DIDEROT D., D'ALEMBERT J., (a cura di), *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*. 17 voll., + Planches. Paris-Neuchâtel, + Supplément, 4 vols, 1776-1777, (1751-1765), p. 364, col. b.
39. BARTHEZ P.J., *Nouveaux élémens de la science de l'homme*. Paris, 1806, 2a ed., v. 1, p. 25-27.
40. BARTHEZ P.J., op. cit. n. 39.
41. Cfr. BOYER L., op. cit. n. 10, p. 139.
42. BARTHEZ P.J. op. cit. n. 39, p. 16 (nota). La determinazione di questa *incognita* sarà per l'appunto lo scopo che François Magendie attribuirà alla nuova fisiologia sperimentale, in modo da sottoporre le *proprietà vitali* al vaglio dell'esperimento e determinare le *leggi generali della forza vitale* (MAGENDIE F., *Quelques idées générales sur les phénomènes particuliers aux corps vivants*. Bulletin des sciences médicales 1809; 4: 152. In un altro passaggio dell'opera sopra citata Barthez scrive: *Personifico il Principio Vitale in modo da poterne parlare agevolmente. E tuttavia, dato che desidero attribuire ad esso solo ciò che risulta direttamente dall'esperienza, nulla impedirà [che ad esso] si sostituisca la nozione astratta di una semplice facoltà del corpo umano, sconosciuta nella sua essenza, ma dotata di forze motrici e sensitive* (p. 107).
43. MÉNURET DE CHAMBAUD J.J., articolo *Inflammation*. In: DIDEROT D., D'ALEMBERT J., (a cura di), *Encyclopédie*, op. cit. nota 38, vol. 8, p. 713, col. a.
44. BICHAT F.X., *Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*. Paris, Brosson, Gabor et Cie, 1801 (ristampa 1830).
45. VIREY J.-J., articolo *Moral*. *Dictionnaire des sciences médicales* (Dictionnaire Panckoucke). Vol. 34, Paris, 1819, p. 272. Si veda dello stesso autore *De la puissance vitale*. Paris, 1822.
46. VIREY J.-J., op. cit. n. 45, p. 272.
47. VIREY J.-J., op. cit. n. 45, p. 274-275.
48. RENAULDIN L.J., *Introduction*. In: *Dictionnaire des sciences médicales* (Dict. Panckoucke). Op. cit. n. 19, p. cxix.
49. ALIBERT J.-L., *Discours sur les rapports de la médecine avec les sciences physiques et morales*. Mémoires de la Société médicale d'émulation 1799; 6, 2: 23.
50. DE BORDEU T., (1775). In: *Oeuvres complètes*, 2 vols.. Paris 1818, vol. 2, p. 935-936.
51. BICHAT F.X., *Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*. Op. cit. n. 44, p. xciii.
52. RASPAIL F.V., *Nouveau système de chimie organique, fondé sur des méthodes nouvelles d'observations*. Paris, J.B. Baillière, 1833, (2a ed. 1838, 3 vol.) vol. 1, p. 29.
53. FOURNIER DE PESLAY F., articolo *Étiologie*. In: *Dictionnaire des sciences médicales* (Dict. Panckoucke). Vol. 13, 1815, p. 412.
54. *Ivi*.
55. BERNARD C., *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris, Baillière et Fils, 1878, Reprint avec une préface de Georges Canguilhem, Paris, Vrin, 1966. In questo testo fortemente teorico, Bernard distingue due parti distinte delle scienze biomediche, che si interessano rispettivamente allo studio delle funzioni e a quello delle forme: *Aujourd'hui nous séparons la physiologie de la zoologie, parce que nous séparons la phénoménologie vitale de la morphologie vitale. La morphologie vitale, nous ne pouvons guère que la contempler, puisque son facteur essentiel, l'hérédité, n'est pas un élément que nous ayons en notre pouvoir et dont nous soyons maîtres comme nous le sommes des conditions physiques des manifestatins vitales: la phénoménologie vitale, au contraire, nous pouvons la diriger* (p. 342).

56. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 32-33.
57. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 32.
58. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 51.
59. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 66.
60. *Ivi*.
61. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 51.
62. *Riassumendo, noi reclamiamo l'universalità del principio del determinismo fisiologico nell'organismo vivente, ed esprimeremo il nostro pensiero nel modo seguente: 1° Ci sono delle condizioni materiali determinate che regolano la comparsa dei fenomeni vitali; 2° Ci sono delle leggi prestabilite che ne regolano l'ordine e la forma*. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 63. Questa stessa tematica è sviluppata da Claude Bernard nel *Rapport sur les progrès et la marche de la physiologie générale en France*. Paris, 1867.
63. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 51.
64. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 344-345.
65. *Noi possiamo conoscere solo le condizioni materiali e non la natura intima dei fenomeni della vita. Di conseguenza, abbiamo a che fare solo con la materia, e non con le cause prime o con la forza vitale che ne deriva. Questo cause ci sono inaccessibili*. BERNARD C., op. cit. nota 55, p. 53. Si veda anche la citazione riportata nella nota 55.

Correspondence should be addressed to:
Bernardino Fantini, Institut Louis Jeantet d'Histoire de la Médecine, Université de Genève, CMU Casa postale 1211 - Genève 4, CH.