

# Marcello Malpighi: una rivoluzione galileiana nella biologia e medicina del Seicento

## I. Vita da scienziato: *perpetua molestia e vessatione* e grandi scoperte

MARCO PICCOLINO

*Io non ho mai prestato, né presterò fede a quel volgar concetto, che alcuni Uomini siano per una concatenazione, o serie di cause a noi ignote, soggetti e condannati ad una perpetua molestia, e vessatione, non solo nelle cose domestiche, ma anche nelle più importanti, quali sono le materie letterarie; e pure con evidenza lo trovo in me provato, e avverato. Attesoché subito fatto medico cominciai a vedere scritture pungenti contro la dottrina, che privatamente, e con ossequioso rispetto verso tutti professavo. Ho poi letto nel progresso del tempo libri stampati contro di me con titoli ignominiosi e ripieni di scherzi. Ho udito pubbliche lezioni, particolarmente anatomiche pungenti. Nelle accademie si sono fatti discorsi contro le mie cose, ch'erano pure satire. Si sono veduti lunarij, e almanacchi ignominiosi: conclusioni sostenute pubblicamente, ch'erano puri libelli. E ultimamente una lettera circolare contro li miei studij, intitolata: De Recentiorum medicorum studio dissertatio epistolaris ad Amicum, nella quale l'Autore detesta ed impugna la medicina naturale, e si sforza di provare l'inutilità dell'anatomia, abbracciando la medicina empirica.*

Queste considerazioni sulle avversità del fato si trovano all'inizio della risposta che Marcello Malpighi (nato a Crevalcore, vicino a Bologna nel 1628 e morto a Roma nel 1694), professore dell'Università di Bologna, fondatore dell'anatomia microscopica ed uno dei più famosi scienziati del Seicento, scrisse tra il 1689 e il 1694, l'anno della sua morte, contro gli attacchi mossi contro di lui dall'autore di un libello anonimo apparso a Bologna attorno al 1689, in cui si esprimevano seri dubbi sull'utilità della scienza moderna per la medicina pratica (Sbaraglia, 1689). Per espressa volontà di Malpighi, che non voleva acuire la violenza delle polemiche che avevano accompagnato sin dall'inizio la sua vita scientifica, questa risposta doveva essere pubblicata dopo la morte dell'autore. Lo scritto fu perciò incluso nell'*Opera posthuma* pubblicata nel 1697 dalla Royal Society di Londra, l'Accademia scientifica che nel 1669 aveva eletto Malpighi come suo membro onorario ed aveva di lì in avanti pubblicato sistematicamente le sue opere. L'*Opera posthuma* contiene anche la risposta che Malpighi scrisse molto prima, nel 1665, contro il *Trionfo dei Galenisti contro i filosofi e medici, che modernamente sono stati inventori nel corpo umano d'alcune*

*parti, e d'operazioni incognite à gl'Antichi Professori della Medicina*, un violento libello scritto da alcuni membri dell'ambiente medico tradizionalista dell'Università di Messina, la città dove Malpighi fu dal 1662 al 1666 Professore alla Cattedra Primaria di Medicina. Anche la risposta ai galenisti di Messina contiene nella sua parte iniziale considerazioni amare sulla malvagità umana che, stimolata dall'invidia, ripaga con ingratitudine e persecuzioni coloro che *più industriosi, e ingegnosi nell'inventar arti s'affaticano, e non pochi siano gli sparsi sudori, acciò più facilmente, e aggiamente vivano gli Uomini...*, per cui agli inventori di ritrovati nuovi nel secolo presente è convenuto spendere più tempo in *Apologie e difese dalle maldicenze, che nel contemplare le occulte meraviglie della Natura...* Eppure *l'uomo fatto signore di quanto la madre Natura delle cose produttrice li pose sotto i piedi, e li mise innanzi agli occhi per considerare da savio le sue bellezze, e le sue meraviglie...* non dovrebbe, come purtroppo fa, ricusare di essercitarsi nella lezione di quello suo gran libro del Mondo, del quale tanto ci avvanza di leggere, ed intendere, che doppo lo studio di più di migliaia d'anni pare che siamo quasi su lo specular de' primi fogli...

Dover dedicare a scritti polemici tanto tempo e tante energie sembra davvero la conseguenza di un ben triste destino per un uomo la cui somma aspirazione era di immergersi negli studi scientifici, nel ritiro della casa di campagna, non tanto *per aprire vasti campi alla scienza quanto per mitigare col diletto di questa contemplazione i fastidi di una vita di salute cagionevole...*, come Malpighi stesso scrive nel 1671 indirizzando alla Royal Society il suo studio sull'Anatomia delle piante (Malpighi, 1675).

Ma non lasciamoci ingannare dall'*understatement* che traspare in modo abbastanza evidente da queste parole, perché Malpighi non fu certo uno di quegli studiosi la cui opera passa senza che si schiudano nuovi e vasti orizzonti alla conoscenza scientifica. Lo scienziato emiliano dette contributi fondamentali all'anatomia, ed in particolare all'anatomia microscopica di cui fu il fondatore, all'embriologia, all'entomologia, alla botanica, alla patologia alla medicina. Basti dire che a Malpighi si deve la scoperta dei capillari sanguigni

(Malpighi, 1661), scoperta che permise di colmare il “vuoto” nella circolazione del sangue lasciato dagli studi di Harvey (Harvey, 1628). Malpighi per primo rilevò la presenza nel sangue dei globuli rossi (*atoma rubra*). E (per primo) dimostrò che il parenchima dei polmoni lungi dall’essere una sostanza omogenea, come il nome implicava (*parenchyma* significa sangue effuso e coagulato), era composto di alveoli microscopici, strettamente associati ai capillari sanguigni. Nel rene egli identificò i corpuscoli (del Malpighi), elementi chiave di quella microscopica macchina di filtrazione (Malpighi, 1666) la cui descrizione sarà completata quasi due secoli dopo da William Bowman (Bowman, 1842). Malpighi dette contributi fondamentali allo studio della pelle e dei suoi accessori, identificando tra l’altro lo strato reticolare del derma (strato del Malpighi), ed identificò per primo le strutture sensoriali della cute e riconobbe la loro associazione alle fibre nervose in un’epoca in cui c’era ancora chi riteneva che la cute avesse facoltà sensoriali proprie, indipendenti dal sistema nervoso (Malpighi, 1665). Egli dette inoltre una chiara descrizione delle papille gustative della lingua, il primo organo sensoriale periferico di cui fu riconosciuta la struttura microscopica (Malpighi & Fracassati, 1665).

Nel campo dell’embriologia Malpighi, lavorando nel solco aperto dalle ricerche di Harvey si propose di esaminare negli organismi le parti singole che la Natura produce nella costruzione delle sue opere come ... *gli artigiani che nella costruzione delle macchine usano fabbricare preliminarmente le singole parti, in modo che prima si vedano separatamente i pezzi che debbano venire poi fra loro compaginati...* . Nel *De formatione pulli in ovo*, un’opera fondamentale per la storia dell’embriologia (Malpighi, 1673), Malpighi seguì i differenti stati dello sviluppo del pollo, e tra le molte sue scoperte, identificò l’area vascolare e il seno terminale, il tubo cardiaco e gli archi aortici, i somiti, le pliche e i tubi neurali, le vescicole ottiche e le vescicole cerebrali .

Malpighi dette anche un contributo fondamentale all’entomologia con il *De bombyce*, la prima trattazione sistematica dell’anatomia di un insetto, il baco da seta (Malpighi, 1669). Egli descrisse in modo dettagliato i diversi stadi dello sviluppo (larva, crisalide, farfalla) attraverso il quale la Natura costruisce la meravigliosa macchina animale in grado di produrre i fili della seta, identificò i condotti respiratori (le famose *tracheae*), i vasi pulsanti del sistema circolatorio (i *cuoricini* o *corcula*) e realizzò molte altre osservazioni importanti che fecero del *De bombyce ...un tessuto di scoperte, un trattato da cui uno può imparare sulla meravigliosa struttura interna degli insetti più che da tutti i lavori precedenti combinati...* . (Réaumur, 1736).

In ambito botanico l’opera di Malpighi, insieme agli studi quasi contemporanei di Nehemiah Grew (Grew,

1672), pose le basi della moderna anatomia microscopica delle piante (Malpighi, 1675; Malpighi, 1679). Oltre a fornire una chiara descrizione dei tessuti vegetali, Malpighi riconobbe l’importanza, nell’economia della pianta, delle foglie, vedendo in esse i laboratori in cui sono prodotte le sostanze necessarie alla crescita degli alberi, sovvertendo così la concezione di Aristotele che considerava le foglie solo come organi di protezione meccanica della pianta. Inoltre Malpighi inaugurò la moderna patologia vegetale riconoscendo che le “galle”, le abnormi escrescenze che si sviluppano su alcune piante, ed in particolare sulle querce, sono dovute alla deposizione di uova di insetti, e in questo modo egli si avvicinò alla concezione della possibile natura contagiosa di alcune malattie.

Di grande rilievo furono anche gli studi di Malpighi raccolti nel *De polypo cordis* (e pubblicati in appendice al *De viscerum structura*), *atto di nascita della moderna ematologia* come è stato definito da Luigi Belloni, fine studioso dell’opera dello scienziato di Bologna (Belloni, 1967). A parte le singole scoperte (tra cui quella già ricordata dei globuli rossi), quest’opera è di fondamentale importanza perché permise a Malpighi di colpire al cuore un caposaldo della dottrina medica tradizionale, la dottrina degli umori. Secondo questa dottrina la massa del sangue circolante risulterebbe dal mescolamento - o temperie - dei quattro umori elementari del corpo, rispettivamente sangue, bile gialla, bile nera, flemma, ognuno con proprietà specifiche (definite dalle coppie in opposizione, caldo-freddo, e secco-umido), in rapporto con i quattro elementi fondamentali, fuoco, aria, terra e acqua, e sotto il controllo di influenze esterne (atmosferiche, stagionali, astrali). Lo stato di salute sarebbe in rapporto con un equilibrio (o buon temperamento) degli umori elementari, e dall’eccesso, o difetto, di questi deriverebbero squilibri, disordini e le malattie. Per esempio un eccesso di bile nera renderebbe l’individuo di “temperamento” o “umore” (in senso moderno) malinconico (melancolia è proprio la translitterazione dei termini greci usati ad indicare la bile nera). Malpighi dimostra che i caratteri esterni con i quali si pretende di identificare nella massa sanguigna i diversi umori elementari (per esempio il colore, il sapore, l’odore, la consistenza) non sono qualità essenziali, ma mutano per azione sulla massa sanguigna di corpi estranei, per cambiamento di sito, per esposizione all’aria e così via.

Dai suoi studi sul sangue effuso (soprattutto in rapporto alla pratica allora comune del salasso) e dall’esame dei coaguli evidenziati nel cuore e nei vasi nel corso delle dissezioni, Malpighi argomenta, nella risposta ai Galenisti di Messina, che se di elementi costitutivi del sangue si deve parlare, piuttosto che di *quattro siano i corpi, che varii costituiscono la massa del sangue* sarà meglio dire che essi *passino li quaranta* (e, col senno di poi,

l'espressione potrebbe apparire profetica, se solo pensassimo per esempio al numero dei fattori della coagulazione).

Non possiamo continuare quest'analisi, pur sommaria, delle opere di Malpighi, perché anche un semplice elenco delle sue scoperte potrebbe riempire diverse pagine. Dinanzi alla vastità e importanza dell'opera dello scienziato emiliano non possiamo trattenerci però dal chiederci come un singolo uomo potesse ottenere risultati così importanti, e in campi così diversi.

Alla conoscenza delle cose della natura ...s'arriva più facilmente col senso aiutato dall'arte, mediante gli instrumenti ritrovati in questo secolo, il quale con due guardate fatte con l'occhiale dell'immortale Galileo, hà più scoperto, che non hanno speculato tutte le passate migliaia di anni, e con i microscopi applicati alla vista delle parti minime del corpo animato, ha veduto negli animali minimi mecaniche mirabili, bizarie e scherzj della natura: Negl'altri poi perfetti hà fatto vedere la struttura di molti visceri, e l'intreccio di molte macchine, onde la Notomia può sperare gran progresso da gl'aumenti di questo strumento.

Questo passaggio della risposta ai Galenisti di Messina contiene alcune chiavi importanti per leggere l'opera di Malpighi e capire alcuni aspetti del clima rivoluzionario in cui essa si sviluppò. Innanzitutto il riferimento a Galileo. Nelle considerazioni amare sulle ingratitudini e persecuzioni con cui l'avverso destino ripaga coloro che più industriosi, e ingegnosi nell'inventar arti s'affaticano, e sul tempo che nel secolo presente si è costretti a spendere piuttosto in Apologie e difese dalle maldicenze, che nel contemplare le occulte meraviglie della Natura Malpighi adombra abbastanza chiaramente, sullo sfondo delle sue vicende personali, il destino di Galileo.

Il grande pisano è infatti ben presente a Malpighi quando egli polemizza con i suoi detrattori come risulta dal confronto del passaggio iniziale della sua risposta all'autore del *De recentiorum* riportata all'inizio di questo articolo con l'apertura de *Il Saggiatore* (Galilei, 1623).

Dice infatti Galileo rivolgendosi a Monsignor Virginio Cesarini, dedicatario della sua opera:

*In non ho mai potuto intendere, Illustrissimo Signore, onde sia nato che tutto quello che de' miei studi, per aggradire e servire altrui, m'è convenuto metter in pubblico, abbia incontrato in molti una certa animosità in detrarre, defraudare e vilipendere quel poco di pregio che, se non per l'opera, almeno per l'intenzion mia m'era creduto di meritare. Non prima fu veduto alle stampe il mio Nunzio sidereo ... che tosto si sollevarono per mille bande insidiatori di quelle lodi dovute a così fatti ritrovamenti: né mancarono di quelli che, solo per contradir a' miei detti, non si curarono di recar in dubbio quanto fu veduto a loro piacimento e riveduto più volte da gli occhi loro.*

E "cifra" di chiara fede Galileiana è il riferimento al *Libro del Mondo* che Malpighi fa nell'apertura della

risposta ai Galenisti di Messina. Davanti alla sicurezza dei tradizionalisti, secondo cui l'intero sapere è ormai stato ottenuto nei secoli passati e si trova racchiuso nei libri degli *Antichi Professori*, Malpighi, seguendo Galileo, ricorda che del *Libro del Mondo*, *tanto ci avvanza di leggere, ed intendere, che doppo lo studio di più di migliaia d'anni pare che siamo quasi su lo specular de' primi fogli...*

Nel *Saggiatore*, lo ricordiamo, Galileo ci dice che la scienza (*la filosofia*) non sta tanto nei libri e nelle fantasie degli uomini ma ...è contenuta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico libro dell'universo),....

E nell'elogio che Malpighi fa del *secolo presente* che con due guardate fatte con l'occhiale dell'immortale Galileo, hà più scoperto, che non hanno speculato tutte le passate migliaia di anni c'è l'eco del commovente elogio dell'occhio di Galileo, fatto dal devoto allievo Benedetto Castelli quando il grande scienziato ormai vecchio, nel ritiro forzato della casa di Arcetri dopo la condanna dell'Inquisizione, stava diventando cieco: ... occhio tanto privilegiato e di tante prerogative dotato, che si può dire, e con verità, ch'egli abbia visto più egli solo che tutti gli occhi insieme degli uomini passati, ed abbia aperto quelli dei futuri, essendo toccato in gran parte a lui solo di fare tutti gli scoprimenti celesti, ammirandi a' secoli futuri... (Castelli, 1669).

Di Galileo Malpighi non fu allievo diretto, e non avrebbe potuto esserlo perché aveva solo 14 anni quando il grande scienziato pisano morì, nel 1642. L'eredità galileiana giunse a lui attraverso Giovanni Alfonso Borelli, allievo a sua volta del Castelli, negli anni del suo soggiorno a Pisa, dove Malpighi, nel 1656, all'età di 28 anni fu chiamato ad insegnare medicina teorica, e dove rimase fino al 1659.

Borelli, nato a Napoli (o a Messina), nel 1608 insegnò matematica nello Studio pisano dal 1656 fino al 1667. Nell'*Opera posthuma* Malpighi riconobbe l'importanza fondamentale del suo incontro con Borelli con queste parole: *Egli adunque si compiacque di instradarmi nello studio della filosofia libera e Democritica, e da esso riconosco ciò che d'avanzamento io ho fatto filosofando.*

Borelli fu un membro eminente dell'Accademia del Cimento, il circolo di studiosi raccolti attorno a Leopoldo dei Medici, che perseguirono a vari livelli nel decennio di vita dell'Accademia (1657-1667) il programma di ricerca tracciato da Galileo. Borelli diede importanti contributi alla matematica (oltre a scrivere l'*Euclides restitutus* (Borelli, 1658), egli curò la riedizione di una delle opere matematiche più importanti e complesse dell'antichità, *Le coniche* di Apollonio Rodio (Borelli, 1999a), e alla fisica (tra l'altro nella sua opera *Theoriae mediceorum planetarum* (Borelli, 1666) anticipò la gravitazione universale, come Newton stesso riconobbe nel *De mundi systemate* (Newton, 1728).

Ma l'aspirazione della sua vita, il programma al quale Borelli lavorò per decenni, andava oltre i confini della

fisica, o piuttosto allargava gli orizzonti di questa scienza estendendola allo studio degli organismi animali, nel tentativo di stabilire una nuova fisiologia fondata sulle leggi della fisica. Questo programma culminò nella pubblicazione a Roma tra 1680 e 1681, subito dopo la morte dell'autore, avvenuta nel 1679, del *De motu animalium* (Borelli, 1680), un'opera che fu considerata il manifesto di una scienza, la iatro-meccanica (una scienza che in termini moderni indicheremmo come bio-meccanica o bio-fisica). In quest'opera, nella quale le funzioni dell'economia animale vengono spiegate sulla base delle leggi meccaniche del moto, ed è frequente il ricorso a dimostrazioni geometrico-matematiche, l'ispirazione al programma di ricerca galileiano è ben evidente. Nel suo progetto di rinnovamento globale del sapere scientifico, Galileo stesso si prefisse anche lo studio della fisiologia animale, ed in particolare aveva in programma un'opera il cui titolo, *De animalium motibus*, prefigurava il titolo dell'opera del Borelli. Oltre che di problemi di fisiologia muscolare connessi all'analisi dei meccanismi del movimento degli arti, del sollevamento dei pesi, della locomozione, o del volo degli uccelli, e del nuoto degli animali acquatici, nel suo *De motu* Borelli si occupò anche dei "moti interni" dei visceri, prendendo in considerazione processi come la respirazione, la circolazione del sangue, la digestione, la conduzione nervosa.

Utilizzando principi fisico-meccanici nell'interpretazione del moto muscolare e delle funzioni dei visceri, Borelli rifuggì da ogni speculazione basata su concezioni metafisiche e sulle categorie aristoteliche del finalismo, delle facoltà o delle entelechie (in effetti il *De motu animalium* di Borelli è una riscrittura in chiave moderna e galileiana dell'opera omonima di Aristotele). L'impostazione della fisiologia animale di Borelli sarà in gran parte abbandonata nel Settecento, soprattutto per l'impossibilità di spiegare le funzioni vegetative dell'organismo su base meccanica. Nondimeno il progetto di Borelli è importante storicamente perché precorre lo sviluppo della biofisica moderna, una scienza che rinascerà nell'Ottocento soprattutto con gli studiosi tedeschi del cosiddetto "movimento dei biofisici del 1847" (Brücke, Du Bois-Reymond, Von Helmholtz, vedi Cranfield, 1957), e diverrà poi, a partire dalla seconda metà del Novecento, uno dei filoni fondamentali della ricerca biologica moderna. Per quello che riguarda lo studio del movimento muscolare e della meccanica articolare, il *De motu* rimarrà un'opera di riferimento per oltre un secolo e mezzo, e molti dei risultati e dimostrazioni in esso contenuti saranno rivalutati (o riscoperti) dalla biomeccanica moderna (per esempio la dimostrazione che la forza esercitata da un muscolo sulla sua zona di attacco articolare può superare di gran lunga la forza che l'arto sviluppa verso l'esterno).

Oltre al *De motu* si deve a Borelli un'altra opera di carattere biologico-medico, il volumetto *Delle cagioni delle febbri maligne in Sicilia negli anni 1647 e 1648*, pubblicata a Cosenza nel 1649 (Borelli, 1999b), che rappresenta un momento fondamentale di rottura con l'impostazione tradizionale della medicina. Nel tentativo di individuare le cause delle virulente epidemie che erano dilagate nell'isola nel periodo in cui egli era professore nello studio di Messina causando un gran numero di morti, Borelli contesta le spiegazioni tradizionali basate sullo squilibrio degli umori (o intemperie) causato da eventi atmosferici o astrali, dimostrandone l'infondatezza con varie argomentazioni. Che non potesse essere, ad esempio, l'umidità atmosferica la causa di queste febbri maligne, capaci di provocare la morte nel giro di giorni o di ore, si sarebbe potuto facilmente dimostrare, secondo Borelli, facendo vivere per alcuni giorni una persona in una stanza resa artificialmente umida con l'effusione di vapori acquosi: se pure il soggetto di questo "esperimento" avesse potuto risentire in modo negativo dell'umidità ambientale, sarebbe stato del tutto improbabile, secondo Borelli, che egli si ammalasse di una febbre a rapida evoluzione letale.

La conclusione di Borelli che le febbri maligne fossero dovute a "semi di pestilenza" che si propagano da una regione all'altra prefigura le successive teorie del contagio, e il modello che egli sviluppa per rendere conto del carattere relativamente capriccioso della diffusione (per cui le febbri potevano risparmiare una città immediatamente adiacente a quella inizialmente colpita, per poi riesplodere con violenza in una regione lontana) anticipa le moderne teorie della diffusione epidemica. Ma torniamo all'incontro a Pisa tra Borelli e Malpighi, incontro che segnò una tappa fondamentale nell'evoluzione scientifica del giovane scienziato emiliano. Sebbene interessato alla fisiologia e all'anatomia animale, Borelli non possedeva le abilità sperimentali necessarie allo studio degli organismi viventi, e si circondava di giovani studiosi di talento che, nel laboratorio allestito nella sua casa, collaboravano con lui alla dissezione e allo studio degli animali. All'epoca dell'arrivo a Pisa di Malpighi, lavorava con Borelli un lorenese, Claude Aubery o Aubry (Claudio Auberio Lotharingio), che nel laboratorio domestico di Borelli scoprì i tubuli seminiferi, studiando il testicolo di un cinghiale fatto uccidere dal Granduca di Toscana, Ferdinando II, nel periodo degli amori proprio perché servisse come materiale da esperimento per Borelli e collaboratori (vedi Adelman, 1978; Belloni, 1967). Il Granduca e la corte erano interessati a questi studi, ed a volte le dissezioni venivano fatte in loro presenza. Nella corrispondenza tra Borelli e Malpighi c'è l'eco di uno di questi episodi di anatomia "cortese", accaduto alcuni anni più tardi, nel 1664, quando Malpighi

insegnava a Messina, episodio nel quale Ferdinando II mostrò grande interesse per la struttura laminare del nervo ottico di un pesce che veniva dissezionato dinanzi a lui: ... *Le sere passate il Serenissimo Gran Duca doppo aver veduto tagliare alla sua presenza un gran pesce chiamato volgarmente Leccio, lungo intorno ad un braccio, e mezzo, nel quale si notarono non poche curiosità, si compiacque di vedere la struttura del nervo ottico di detto pesce, che si trovò con nostra meraviglia essere una larghissima membrana nervosa, e tenera gentilmente ristretta con piegoline simili a quelle che s'usano nelle pezzole, di maniera essendo detto nervo grosso mezzo deto, doppo dispiegato occupava lo spazio di quattro dita. Essendo questa stessa meraviglia primieramente stata osservata a Messina l'estate passata dal signor Marcello Malpighi ne' pesci Spada, ne' Tonni e ne' pesci Pagri...* (Malpighi, 1697). A differenza di Borelli, Malpighi fu uno sperimentatore eccezionale. Anatomico esperto formatosi in una scuola di grande tradizione come quella bolognese, egli seppe trarre profitto in modo straordinario dai nuovi strumenti, in primo luogo del microscopio, l'occhiale che già Galileo aveva riadattato per osservare, invece degli astri lontani del mondo sidereo, gli oggetti minuti vicini, e tra questi anche i piccoli organismi animali. Nell'osservare al microscopio i tessuti e gli organi animali Malpighi utilizzò tecniche di iniezione di sostanze coloranti, o di altri materiali atti a visualizzare le strutture studiate (ad esempio il mercurio), di legatura di vasi e di altre strutture canalicolari, tecniche di colorazione per affusione, ed altri trattamenti dei tessuti, quali la cottura e la laminazione, che precorrono le tecniche dell'anatomia sottile dell'Ottocento. E, nonostante l'allegazione di una saluta cagionevole, egli fu uno sperimentatore infaticabile. Dalle note manoscritte nelle quali registrava sistematicamente tutta la sua attività sperimentale (un'abitudine che risaliva alla sua giovinezza) noi possiamo seguire da vicino lo svolgersi giornaliero del suo lavoro di ricerca. Come ha notato Howard Adelman, autore di un monumentale studio su Malpighi (Adelman, 1978), le osservazioni registrate in un giorno determinato possono essere così numerose che si fa fatica a credere che effettivamente esse abbiano potuto essere realizzate nell'arco di ventiquattro ore. Esse potevano comprendere la dissezione di un cane, di un bue e di un capponi, con l'osservazione del fegato e del sistema biliare, e l'esecuzione di uno schizzo di strutture ghiandolari, e in particolare delle ghiandole surrenali, da cui appare che Malpighi differenziò chiaramente la midollare dalla corticale e intravide anche la distinzione tra *zona glomerulosa* e *zona fascicolata*; in un cane Malpighi iniettò una soluzione acida (*aqua regia*) nelle vene giugulari e studiò il sistema linfatico; egli eseguì anche la dissezione di un topo e annotò l'osservazione di un grosso timo e di varie ghiandole; inoltre egli sezionò una scimmia femmina

(*monichio*), notando che l'utero era simile a quello di una donna, e ne esaminò e disegnò le ovaie, e nell'utero trovò probabilmente dei follicoli del Graaf e un corpo luteo); fece anche la dissezione di una mucca e ne studiò in particolare il sistema riproduttivo usando il metodo dell'iniezione di inchiostro per stabilire l'eventuale continuità di alcune strutture tubulari (probabilmente residui dei dotti del Wolff).

A credere alle note manoscritte di Malpighi, tutto questo lavoro fu fatto in un singolo giorno, il 19 Novembre del 1666. Ci sono numerosi altri giorni in cui sono riportate altrettanto innumerevoli osservazioni fatte in diversi vertebrati ed invertebrati e anche nelle piante. Non dobbiamo dimenticare che, nel frattempo, Malpighi teneva corsi all'Università, e doveva anche svolgere le attività connesse alla sua professione di medico.

Parlando nel *Saggiatore* del libro *dell'universo* che ci sta aperto davanti agli occhi Galileo dice che ... *non si può intendere se prima non si impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri sono triangoli, cerchi e altre figure geometriche...* Quale fu il linguaggio e quali i caratteri attraverso i quali interpretarono l'organizzazione degli esseri viventi gli scienziati che a Pisa, nel laboratorio domestico del Borelli, cominciarono ad investigare la struttura intima degli organismi? Senza dubbio fu il linguaggio delle macchine, e particolarmente all'inizio, il linguaggio delle semplici macchine meccaniche dell'epoca, i cui elementi costitutivi ("i caratteri") erano ...*corde, di filamenti, di travi, di leve, di tele, di fluidi scorrenti, di cisterne, di canali, di feltri, di crivelli, di somiglianti machine.* Come Malpighi, parafrasando Borelli, scrive nella risposta all'autore del *De recentiorum*.

Contro il suo avversario che considera inutile, per la medicina pratica, l'anatomia moderna e la moderna scienza in generale, Malpighi aggiunge che l'uomo, esaminando queste parti che compongono le macchine dell'organismo ...*con l'anatomia, la filosofia e con la meccanica, si è impossessato della struttura, e dell'uso d'esse, e procedendo anche a priori è arrivato a formarne modelli...* cosicché ... *intendendo il modo dell'operare della Natura, fonda la fisiologia, la patologia, e successivamente l'arte della medicina...* . Più oltre egli dice: *So ch'è ineffabile il modo, con che l'anima nostra si serve del corpo nell'operare, è però certo che nelle operazioni della vegetazione, del senso, e del moto l'anima è necessitata ad operare conforme la machina, alla quale è applicata, in quella guisa, che un'orologio, o molino egualmente è mosso da un pendolo di piombo, o sasso, o da un bruto, o da un'Uomo; anzi se un angelo, faria la stessa mozione la stessa mozione con variazione di siti, come fanno li bruti. Sicchè non sapendo io il modo dell'operazione dell'Angelo mà la struttura esatta del molino, intenderei detto moto, azione, e sconcertandosi il molino cercarei di riparar le rote, o la composizione guasta, tralasciando l'indagare il modo dell'operare dell'Angelo movente.*

Questa concezione del corpo come macchina, di cui lo scienziato deve studiare la struttura e le operazioni secondo le leggi della meccanica, tralasciando di indagare il principio extracorporeo che lo anima (l'*Angelo movente* della metafora malpighiana), richiama le concezioni meccanicistiche che Cartesio aveva esposto nel *Traité de l'homme* (vedi Descartes, 1988). Nella sua visione dualistica (*res cogitans* e *res extensa*), il filosofo francese concepiva infatti il corpo dell'uomo come statua animata, automa o macchina, resa vitale da Dio attraverso il principio non meccanico dell'anima.

A differenza di Malpighi però, Cartesio discusse del possibile funzionamento di questa macchina organica quasi esclusivamente sulla base di ragionamenti logici *a priori*. Non a caso i disegni anatomici che illustrano sia il *Traité de l'homme* che *La Dioptrique* sono schemi funzionali piuttosto che rappresentazioni reali delle strutture organiche, ed evidenziano nell'autore una scarsa conoscenza anatomica (o piuttosto rivelano l'indifferenza del filosofo per l'esattezza del dato scientifico che contraddistingue, ahimè, anche in tempi moderni molti filosofi e teorici della scienza). Nella parte iniziale del *De l'homme*, parlando della macchina del corpo umano, Cartesio dice che non si soffermerà a descrivere ...*le ossa, i nervi, i muscoli, le vene, le arterie, lo stomaco, il fegato, la milza, il cuore, il cervello, né tutti gli altri vari pezzi di cui essa deve essere composta...*, perché queste parti possono essere facilmente dimostrate da un anatomico esperto. Segno che per il filosofo francese le conoscenze fornite dall'anatomia classica sono in larga misura sufficienti per l'interpretazione della funzione della macchina organica. Per quanto riguarda poi la parte *che per la loro piccolezza, sono invisibili*, Cartesio dice che se ne potrà avere conoscenza parlando *dei movimenti che ne dipendono*, e non mostra di avvertire la necessità di quella conoscenza sperimentale della struttura intima dell'organismo, al conseguimento della quale Malpighi dedicò tutto il suo tempo e tutte sue energie.

Ad essere esatti forse non tutto il suo tempo e non tutte le sue energie perché, come abbiamo già notato, Malpighi fu costretto in varie occasioni a lasciare i suoi studi e prendere la sua penna per difendersi dai suoi numerosi avversari e detrattori. Da un certo punto di vista il tempo che lo scienziato emiliano dedicò ai suoi scritti polemici non fu però tempo sprecato, e noi dovremmo in qualche modo sentirci in debito con i detrattori di Malpighi per averlo costretto ad abbandonare un'attività scientifica apparentemente compulsiva, e a difendere la sua scienza, o, in effetti la nostra scienza, la scienza *tout-court*, in una fase fondamentale di transizione della nostra tradizione culturale.

Marco Piccolino

## Bibliografia

- H. B. Adelman *A supplement to The Correspondence of Marcello Malpighi*. J. HIST. MED. ALLIED SCI. 33, 53-73, 1978
- B. Alberts *The cell as a collection of protein machines: preparing the next generation of molecular biologists* CELL 92, 291-294, 1998
- L. Belloni *Opere scelte di Marcello Malpighi* UTET, Torino, 1967
- G. A. Borelli *Euclides restitutus* Francisci Honophri, Pisis, 1658
- G. A. Borelli *Theoriae Mediceorum planetarum* ex Typographia S.M.D., Florentiae, 1666
- G. A. Borelli *De motu animalium* - 2 Vols. Bernabò, Romae, 1680
- G. A. Borelli *Apollonii Pergaei Conicorum* lib. V, VI, VII. Iosephi Cocchini, Florentiae, (1999a)
- G. A. Borelli *Delle cagioni de le febbri maligne di Sicilia negli anni 1647 e 1648* Cosenza, (1999b)
- W. Bowman *On the structure and use of the Malpighian bodies of the Kidney* PHIL. TRANS. ROYAL SOC., 132, 57-80, 1842
- B. Castelli *Opuscoli* Giacomo Monti, Bologna, 1669
- A. C. Celsus *Della medicina: libri otto* Sansoni, Firenze, 1985
- F. Cesi *Apiarum* Mascardi, Romae, 1625
- P. F. Cranefield *The organic physics of 1847 and the biophysicists of today* J. HIST. MED. ALLIED. SCI., 12, 407-423, 1957
- R. Descartes *Opere scelte di Cartesio* - Vol. I. La Biologia. U.T.E.T., Torino, 1988
- C. Galeno *Opere scelte di Galeno* U.T.E.T., Torino, 1978
- G. Galilei *Il saggiaiore: nel quale con bilancia esquisita e giusta si ponderano le cose contenute nella Libra astronomica e filosofica di Lotario Sarsi* Mascardi, Roma, 1623
- G. Galilei *Dialogo di Galileo Galilei sopra i due massimi sistemi del mondo* Gio. Batista Landini, Fiorenza, 1632
- N. Grew *The anatomy of vegetables begun* Hickman, London, 1672
- W. Harvey *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* Fitzeri, Francofurti, 1628
- M. Malpighi *De pulmonibus epistola altera* Bononiae, 1661
- M. Malpighi *De externo tactus organo*. Neapoli, 1665
- M. Malpighi *The viscerum structura, cui accessit De polyho cordis* Montii, Bononiae, 1666
- M. Malpighi *Dissertatio epistolica de Bombyce* Martyn & Allestry, Londini, 1669
- M. Malpighi *Dissertatio epistolica de formatione pulli in ovo* Martyn, Londini, 1673
- M. Malpighi *Anatome plantarum idea* Martyn, Londini, 1675
- M. Malpighi *Anatome plantarum - Pars Altera* Martyn, Londini, 1679
- M. Malpighi *Opera postuma* Churchill, Londini, 1697
- M. Malpighi, C. Fracassati *Tetras anatomiarum epistolarum de lingua, et cerebro* Benati, Bononiae, 1665
- I. Newton *De mundi systemate* J. Tonson, J. Osborn & T. Longman, London, 1728
- R. A. F. Réaumur *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes* - 6 Vols. Paris, 1736
- G. G. Sbaraglia *De recentiorum medicorum studio dissertatio epistolaris ad amicum* 1689
- M. A. Severino *Zootomia Democritea* Norimbergae, 1645
- L. Spallanzani *Dell'azione del cuore ne' vasi sanguigni* G. Montanari, Modena, 1768
- D. E. Wolfe *Sydenham and Locke and the limits of anatomy* BULL. HIST. MED., 35, 193-220, 1961