

Articoli/Articles

L'ARISTOTELISMO PADOVANO
E LA NASCITA DELLA MEDICINA SPERIMENTALE

ENRICO BERTI
Istituto di Filosofia
Università di Padova, I

SUMMARY
PADUAN ARISTOTELIANISM AND THE BIRTH OF
EXPERIMENTAL MEDICINE

Padua University was the place of the scientific revolution not only for astronomy and mechanics with Galilei, but also and most of all for medicine. Here the traditional Aristotelianism created the favourable conditions for the discovery of blood circulation by W. Harvey, because of the strict connection established by Aristotle between medicine and philosophy of nature, the importance attributed to empirical observation, carefully and systematically pursued, the primacy of the heart among other body organs and the attention payed to the function of various organs. The defect of these conditions was the cause of some Descartes' errors concerning blood circulation, which were avoided by Harvey.

È ormai divenuto un luogo comune, specialmente in occasione delle recenti celebrazioni galileiane tenutesi a Padova, citare il famoso passo di Herbert Butterfield, contenuto nel suo libro su *Le origini della scienza moderna* (Cambridge 1948), secondo il quale,

ammesso che l'onore di essere stata la sede della rivoluzione scientifica possa appartenere di diritto ad un singolo luogo, tale onore dovrebbe essere riconosciuto a Padova¹.

Esso viene citato, normalmente, con riferimento al soggiorno a Padova di Copernico e soprattutto all'insegnamento padovano

Key words: Aristotle - Descartes - Harvey - Heart.

Enrico Berti

di Galileo, durante il quale, come è noto, il grande pisano pose i fondamenti della sua meccanica e soprattutto della sua astronomia. Ma si trascura di dire che Butterfield, il quale pure menziona Copernico e Galileo, afferma testualmente che

anche prescindendo da questi grandissimi nomi, si ebbero in questa università sviluppi tali da giustificare la concezione secondo la quale, ammesso che l'onore ecc.,

e segue il passo già citato.

Gli sviluppi a cui pensa Butterfield si riferiscono soprattutto alla nascita della medicina sperimentale. Qualche pagina prima, infatti, egli aveva affermato:

William Harvey, la cui dimostrazione della circolazione del sangue costituisce in questo campo l'episodio più importante sotto molti punti di vista, era aristotelico e fu in rapporto con l'aristotelica università di Padova ... Egli fu per qualche anno all'università di Padova, dove avevano lavorato i suoi più importanti predecessori: Vesalio, Colombo e Fabricius. Non è possibile ignorare il fatto che tutto il capitolo sulla storia dello studio del cuore torna soprattutto a gloria di questa università. Il credito dovuto in proposito all'Italia è più grande di quanto non possano rivendicare i suoi storici patriottici che suppongono di essere riusciti a provare le loro asserzioni in favore di Cesalpino²

supposto autore, secondo gli storici patriottici, della stessa scoperta prima di Harvey.

L'associazione tra la rivoluzione operata nella medicina dal *De motu cordis* di Harvey e la rivoluzione operata in astronomia da Copernico e Keplero ed in fisica da Galileo è antica, perché risale nientemeno che a Thomas Hobbes³. Ma per questo filosofo moderno e antitradizionalista la rivoluzione scientifica era soprattutto una rottura nei confronti della tradizione aristotelica, mentre il fatto che essa si sia verificata a Padova, allora roccaforte dell'aristotelismo, costituisce per gli storici un problema.

Aggiunge infatti il già menzionato Butterfield:

uno dei paradossi della rivoluzione scientifica consiste nel fatto che in tale rivoluzione ebbe una parte molto rilevante un'università nella quale Aristotele aveva una tradizione saldissima ed era stato grandemente ve-

L'aristotelismo padovano e la nascita della medicina sperimentale

nerato per secoli. Padova, tuttavia, si trovava in un certo senso in una posizione di vantaggio: era una università nella quale si studiava ampiamente Aristotele come introduzione ai corsi di medicina, perché a Padova la regina delle scienze, piuttosto che la teologia, come invece a Parigi, era la medicina⁴.

Prima di cercare, sia pure sommariamente, una soluzione al problema, del resto già accennata in queste ultime parole, vorrei illustrare ulteriormente il significato che ebbe Padova per gli artefici della cosiddetta rivoluzione scientifica, cioè della svolta storica che diede inizio alla vera e propria scienza nel senso moderno del termine. Eugenio Garin, il nostro maggiore storico delle idee, che tanto ha contribuito ad illustrare la storia di quell'umanesimo platonizzante che nei secoli XV e XVI fiorì soprattutto nella sua Firenze - a cui Padova è stata contrapposta come sede della tradizione anti-umanistica ed aristotelica -, nella conferenza con cui ha aperto il convegno su *Aristotelismo veneto e scienza moderna*, organizzato dal Centro per la Storia della tradizione Aristotelica nel Veneto dell'Università di Padova, ha sottolineato anch'egli

la situazione paradossale per cui nel '600 alcuni dei temi dirompenti della rivoluzione scientifica, dovuta in parte proprio alla crisi delle concezioni tradizionali della realtà, vollero ricollegarsi, almeno idealmente, alla tradizione dell'aristotelismo veneto.

Ed ha citato la nota dichiarazione dello stesso William Harvey:

più di tutti sto sulle orme di Aristotele, fra gli antichi, e tra i moderni di Girolamo Fabrici d'Acquapendente; quello io seguo come maestro, questo come predecessore⁵.

Come si spiega, dunque, questo rapporto privilegiato fra la rivoluzione scientifica e Padova, la più aristotelica delle università europee nei secoli XV e XVI? A questa domanda può essere data una risposta molto generale, ricordando che l'aristotelismo padovano fu caratterizzato da un interesse prevalente per l'indagine fisica e logica (come era accaduto, rispettivamente a Parigi e ad Oxford nel secolo XIV) e per l'indagine psicologica, pe-

raltro strettamente collegata a quella medica, mentre trascurò la speculazione metafisica e teologica⁶.

Ad essa tuttavia si è cercato di dare una risposta più particolare, che però si è rivelata solo parzialmente valida. Si è creduto infatti di scoprire una stretta continuità tra l'aristotelismo e l'origine della scienza moderna sotto il profilo del metodo. In particolare si è cercato di mostrare, sviluppando un'intuizione formulata da Ernest Cassirer nella sua celebre *Storia della filosofia moderna* e poi da lui stesso rinnegata, che esisteva una precisa derivazione del metodo praticato da Galilei e quello teorizzato dall'aristotelico padovano Giacomo Zabarella⁷. Il maggiore artefice di questo tentativo è stato l'americano J. H. Randall, il quale in un celebre articolo su *Lo sviluppo del metodo scientifico nella Scuola di Padova*, ristampato poi nel volume su *La Scuola di Padova e le origini della scienza moderna*, ha sostenuto che il famoso metodo risolutivo e compositivo, più volte indicato da Galilei per indicare l'ascesa dall'esperienza alle ipotesi razionali che la spiegano e la successiva conferma di queste ultime mediante il ritorno all'esperienza, deriva dai procedimenti di analisi e sintesi, o *dimostrazione del che e dimostrazione del perché*, teorizzati da Aristotele negli *Analitici posteriori* e perfezionati poi dall'intera tradizione aristotelica, in particolare padovana, da Pietro d'Abano a Zabarella, attraverso Girolamo Balduino, Bernardino Tomitano, Niccolò Leonicensi ed altri, sotto il nome di teoria del *regressus*⁸.

Non si può dire, tuttavia, che questo tentativo abbia avuto molto successo. La presa di distanza di Cassirer, che pure ne era stato il primo sostenitore, e soprattutto le ricerche di un altro americano, Neal W. Gilbert, il quale dimostrò che il metodo risolutivo di Galilei derivava piuttosto dall'analisi praticata dagli antichi geometri greci, in particolare da Euclide e Pappo, convinsero la maggior parte degli studiosi⁹. Anche i tentativi più recenti, compiuti per vie indipendenti da Alistair C. Crombie e dal padre William A. Wallace, di mostrare la dipendenza di Galilei dall'*aristotelismo progressista* professato dai Gesuiti del Collegio Romano (che peraltro si ispiravano a Zabarella), non hanno potuto negare che, nel momento decisivo del cosiddetto *regressus*, cioè nel passaggio dall'analisi alla sintesi, Galilei abbia introdotta

un elemento di novità, costituito dall'esperimento, il quale ha la funzione di accertare che il rapporto tra la causa e l'effetto sia reversibile, come lo sono i procedimenti matematici¹⁰. Questo elemento di novità è appunto, dal punto di vista metodologico, ciò che produsse la rivoluzione scientifica.

Nel campo della fisica non sussiste, come è noto, nessuna continuità tra l'aristotelismo e la scienza moderna, ma anzi sussiste, se ci si riferisce in particolare a Galilei, un rapporto che in occasione delle recenti celebrazioni galileiane ho creduto di poter caratterizzare come *opposizione dialettica*, cioè quel tipo di opposizione che si stabilisce tra i due termini fra loro più lontani di uno stesso genere, i quali nel momento in cui si escludono, anche si implicano reciprocamente. Il genere comune tra la fisica di Galilei e quella degli aristotelici, in particolare di Zabarella, era la concezione di essa come scienza rigorosamente dimostrativa, strutturata sul modello teorizzato da Aristotele per la matematica negli *Analitici posteriori*. La massima distanza era quella che intercorreva tra una visione della natura biomorfico-qualitativa, nel caso degli aristotelici, e meccanico-quantitativa, nel caso di Galilei¹¹.

La vera risposta alla domanda formulata sopra, cioè perché la rivoluzione scientifica ebbe luogo proprio a Padova, roccaforte dell'aristotelismo, va ricercata in un'altra direzione, che non privilegia più la fisica e l'astronomia come uniche espressioni della rivoluzione scientifica, ma tenga conto dei profondi mutamenti che tra il Cinquecento e il Seicento avvennero proprio a Padova nello studio della medicina. Mi riferisco alla costruzione del teatro anatomico ed alla serie di scoperte che portarono William Harvey a quella riassuntiva di tutte, cioè la scoperta della circolazione del sangue. Questa fu una vera rivoluzione, perché sostituì al precedente paradigma, risalente nientemeno che a Galeno, un paradigma nuovo, basato sull'esperimento, e in tal inaugurò la medicina propriamente sperimentale.

Tali scoperte furono opera, come è noto, una serie di professori padovani, i quali erano tutti più o meno aristotelici: il fiammingo Andrea Vesalio, autore del *De fabrica humani corporis*, pubblicato nello stesso anno del *De revolutionibus orbium caelestium* di Copernico (1543), che per primo mise in dubbio la dot-

trina di Galeno a proposito del setto cardiaco, secondo la quale il sangue sarebbe passato attraverso dei piccoli pori per questo e si sarebbe trasformato da venoso in arterioso; il suo successore Matteo Realdo Colombo, che in una pubblicazione del 1559 descrisse esattamente quella che è chiamata circolazione minore, cioè il passaggio del sangue dalla parte destra del cuore ai polmoni e di qui al ventricolo sinistro; ed infine il maestro diretto di Harvey, cioè Girolamo Fabrici d'Acquapendente, che pubblicò nel 1574 un'opera in cui si descrivevano le valvole delle vene che favoriscono l'afflusso del sangue al cuore e ne impediscono il deflusso¹².

Sono tutte scoperte basate su osservazioni dirette e su esperimenti, che suppongono una stretta continuità tra la medicina e la fisica. Ora questa è precisamente la concezione che dei rapporti fra queste due discipline aveva Aristotele. Secondo il filosofo greco, infatti, la fisica doveva culminare nella medicina e questa aveva come suo presupposto necessario la fisica. Scriveva infatti Aristotele nel *De sensu et sensibilibus*:

È proprio del fisico [cioè dello studioso della natura, che per lui era essenzialmente il mondo vivente] considerare i principi fondamentali della salute e della malattia, perché né salute né malattia possono interessare le cose prive di vita. Perciò nella quasi totalità i fisici approdano alla medicina, e i medici che posseggono la loro arte con maggiore consapevolezza si rifanno per la medicina alla scienza fisica¹³.

E nel *De respiratione* ripeteva:

Spiegare le cause della salute e della malattia non è soltanto del medico, ma fino a un certo punto anche del fisico. Tuttavia non deve sfuggire in che cosa essi differiscono e in che cosa considerano diversi oggetti di osservazione, perché i fatti provano che le due attività fino ad un certo punto hanno un confine comune. Da una parte infatti tutti i medici colti e diligenti hanno qualcosa da dire sui fenomeni naturali e di qui pretendono di trarre i loro principi, dall'altra parte i più avveduti tra i fisici giungono fino ai principi della medicina¹⁴.

In ossequio a questi criteri nello Studio di Padova la fisica e la biologia furono sempre propedeutiche allo studio della medicina - tutte queste discipline erano infatti riunite insieme nella

stessa *università degli artisti* - e ciò permise a questa sede di raggiungere, proprio nella medicina, il primo posto nel mondo. Abbiamo già visto quanto si considerasse aristotelico il grande Harvey. Ma tale egli è considerato anche oggi dai suoi maggiori studiosi: il suo aristotelismo, scrive Schmitt

emerge da una molteplicità di livelli diversi, per esempio dalla sua insistenza sulla supremazia del cuore in embriologia ed in fisiologia, così come dal suo atteggiamento radicalmente empiristico nello studio del mondo degli organismi viventi¹⁵.

Per sottolineare la continuità fra il metodo di Harvey - questo sì, non quello di Galilei - e il metodo degli aristotelici padovani, Schmitt arriva a dire della prefazione del medico inglese alle *Exercitationes de generatione animalium*:

se essa venisse isolata dal contesto, e il nome dell'autore venisse eliminato dal frontespizio, il lettore potrebbe anche immaginare di essersi trasferito nel bel mezzo di un trattato metodologico di Zabarella¹⁶.

Ciò che di Aristotele influì su Harvey non furono solo dottrine particolari, come il già citato primato del cuore sopra ogni altro organo, ma anche e soprattutto il suo radicale attaccamento all'esperienza, cioè l'assumere come punto di partenza di ogni riflessione l'osservazione diretta, accurata e ripetuta, dei fenomeni. Questa era certo insufficiente per la fisica propriamente detta, cioè per la meccanica, dove il genio di Galileo comprese la necessità del ricorso alla matematica; ma era necessaria e in larga misura sufficiente per la biologia e la medicina.

Per Galilei - afferma ancora Schmitt - il libro della natura era scritto in simboli matematici, per Harvey esso era intelligibile mediante l'osservazione di ossa, vene, muscoli¹⁷.

Ma anche il procedimento dimostrativo impiegato da Harvey risaliva all'aristotelismo.

Nella sua determinatissima forma espositivo-dimostrativa - scrive Franco Alessio - il discorso di Harvey ha un'organizzazione determinatamen-

te rigorosa. Esso è scandito ed è impostato secondo la procedura dimostrativa della *resolutio-compositio* o procedura dimostrativa per regressus, quale ci è nota, alle spalle di Galilei e di Harvey stesso, dalle trattazioni di logica scientifica di un Nifo e di uno Zabarella¹⁸.

L'intera sua opera

era un edificio in cui tutto l'apporto di cinquant'anni di anatomia, soprattutto padovana, si ritrovava compaginato in una sistematicità, la cui unità centrale si riporta - a partire dal cardiocentrismo - ai grandi temi dell'aristotelismo. In questo senso va detto che non è una contingenza biografica accidentale il fatto che il primo harveysmo - quello di William Harvey - era e non poteva essere che quel che fu, aristotelico di fondo e di principio¹⁹.

Si insiste sul nome di Harvey come sul più famoso, perché la sua scoperta della circolazione del sangue è stata considerata, per la medicina, una rivoluzione scientifica pari a quella realizzata da Copernico, Keplero e Galilei per l'astronomia. Ma Harvey, come abbiamo detto, era il punto di arrivo di una tradizione che si era iniziata un secolo prima a Padova con quella che si potrebbe chiamare la *rivoluzione anatomica*, compiuta da Alessandro Benedetti e da Andrea Vesalio. Come ha ricordato Loris Premuda, Alessandro Benedetti, professore di medicina pratica a Padova dal 1490 al 1497, ravvisò

con limpida chiarezza il valore essenziale e primario dell'osservazione e indicò nel teatro anatomico, da lui proposto e fatto erigere in versione smontabile ... lo strumento ideale per conferire dimostratività alla scienza anatomica²⁰.

Chi ha visto il teatro anatomico, la cui sistemazione attuale risale a Morgagni, ma la cui costruzione stabile fu voluta da Girolamo Fabrici d'Acquapendente, medico di Galilei e maestro di Harvey, avrà notato come in uno spazio estremamente ridotto - tale da suscitare, per la sua scomodità, le proteste di Goethe, che lo visitò nel suo soggiorno a Padova - sia possibile adunare centinaia di persone in modo che vengano a trovarsi tutte ad una distanza relativamente breve dal tavolo di dissezione e possano

tutte vedere distintamente quanto vi si trova. Ciò consente un controllo pubblico, ampio ed immediato, delle affermazioni del docente, quale non si può dare con la semplice lettura dei suoi libri, ed in questo consiste il carattere scientifico della procedura impiegata.

Ebbene, colui che ebbe per primo questa idea e che la trasmise ai suoi successori, cioè il Benedetti, da un punto di vista metodologico può considerarsi un aristotelico, nel senso che tra i fattori del suo programma scientifico basato sull'osservazione anatomica, scrive ancora Premuda

si può con certezza annoverare l'influsso positivo del naturalismo aristotelico, fiorente nell'ambiente culturale e universitario padovano tra il secolo decimoquinto e il decimosesto, teso a centralizzare il problema della natura e a stimolare la rivitalizzazione di quell'atteggiamento empiristico, che era stato appunto dell'Aristotele biologo e che collocava l'induzione, un processo di osservazione che si sarebbe rivelato essenziale nella fase di rinascita degli studi anatomici, alla base della logica scientifica²¹.

Da Benedetti a Vesalio, a Realdo Colombo, a Gabriele Falloppia, a Girolamo Fabrici e a William Harvey - che pubblicò il *De motu cordis* nel 1628 dopo più di nove anni, come dice lui stesso, di ricerche, alcuni dei quali trascorsi a Padova alla scuola del Fabrici, dove apprese gli esperimenti che dovevano portarlo alla sua grande scoperta - è tutta una catena di anatomisti che si ispirano alla metodologia aristotelica. Ma un discorso analogo si potrebbe fare per la botanica e lo studio dei *simplici*, dove Padova, grazie al suo famoso Orto botanico, il più antico del mondo, fu ugualmente all'avanguardia.

Ciò che spiega il successo del metodo aristotelico di procedere *dal noto all'ignoto* più nelle scienze biologiche che in quelle meccaniche, è il fatto che i corpi viventi, oggetto delle prime, possiedono una complessità di struttura e di comportamento molto maggiore dei corpi inerti, oggetto delle seconde, cioè tale da richiedere un'osservazione molto più accurata e approfondita, e da impedire, al tempo stesso, una manipolazione altrettanto spregiudicata di quella meccanica. Il funzionamento effettivo della realtà, che nella meccanica è immediatamente evidente, perché tutto *esterno* e riproducibile dall'uomo, e richiede solo di

essere ricondotto a leggi costanti, nella biologia è invece molto meno evidente, perché in qualche modo *interno* ai corpi e non riproducibile, e richiede, prima ancora di essere spiegato, anzitutto di essere effettivamente scoperto.

Inoltre la spiegazione, che in meccanica consiste per lo più nell'indicazione di quella che aristotelicamente si dovrebbe chiamare la causa motrice, in biologia consiste invece nell'identificazione della funzione, cioè dell'aristotelica causa finale. Ciò rende comprensibile perché l'aristotelismo, grazie alla preminenza data all'osservazione - quella che Aristotele chiamava la *historia*, da cui il celebre titolo di *Historia animalium* ad una delle sue maggiori opere -, grazie all'impiego costante del modello biomorfico per cui *la funzione spiega l'organo*, e grazie al primato della causalità finale su altri tipi di causalità, abbia dato un impulso molto maggiore alla biologia che alla meccanica²².

Una conferma *a posteriori*, se così si può dire, del carattere aristotelico della scoperta di Harvey viene dalla contestazione a cui essa fu sottoposta da parte del più accanito avversario dell'aristotelismo che visse a quel tempo, cioè il grande Renato Descartes. Questi, come è noto, nella quinta parte del suo *Discorso sul metodo* (1637), la cui pubblicazione seguì di pochi anni quella del *De motu cordis* di Harvey, si impegna in una discussione sul movimento del cuore, per trarne conferma della validità del suo universale meccanicismo. Se persino il moto del cuore - pensava infatti Descartes -, cioè quello che sembra essere la fonte della vita nell'uomo e quindi il più complesso di tutti i fenomeni, può essere spiegato in base a cause puramente meccaniche, nulla potrà più impedire la riduzione di tutti i fenomeni a pura materia in movimento.

Per quanto concerne il deflusso del sangue dal cuore alla periferia dell'organismo attraverso le arterie ed il suo riflusso dalla periferia al cuore attraverso le vene, Descartes accetta la spiegazione data da Harvey, cioè la scoperta di un passaggio del sangue dalle estremità delle arterie alle estremità delle vene attraverso quelli che alcuni anni più tardi (1661) Malpighi, osservando i polmoni quasi trasparenti delle rane, avrebbe visto essere i vasi capillari. Ma ad essa egli aggiunge una sua spiegazione del

movimento del cuore, a proposito della quale se ne esce con questa affermazione:

Vorrà qualcuno, non abituato alle dimostrazioni matematiche e a distinguere il vero dal verosimile, mettere in dubbio, senza neanche esaminarla, la spiegazione da me data del movimento del cuore? Ma io l'avverto che questo movimento deriva dalla stessa disposizione degli organi quale ognuno può vedere da sé nel cuore, dal calore che vi si può avvertire anche solo con le dita, e dalla natura del sangue nota per esperienza, altrettanto necessariamente come il movimento di un orologio dalla forza, dalla posizione e dalla conformazione dei contrappesi e delle ruote²³.

Questa volontà di spiegare tutto attraverso cause di tipo puramente meccanico, come quelle che fanno funzionare un orologio, indusse Descartes in errore, un errore evitato invece da Harvey, che preferì, in mancanza di evidenze, astenersi da ogni spiegazione. Né l'uno né l'altro, infatti, sapevano che la trasformazione del sangue venoso in sangue arterioso non avviene nel cuore, ma nei polmoni a causa della respirazione e costituisce una vera combustione, cioè un fatto non meccanico, ma chimico. Ciò poteva essere spiegato solo dopo la scoperta dell'ossigeno ad opera di Lavoisier (1777). Ma Harvey, non disponendo di osservazioni al riguardo, rinunciò a spiegare il fatto.

Descartes invece si avventurò in una spiegazione puramente meccanica, cioè suppose che il sangue venoso, una volta entrato nel cuore, trovandovi un grande calore, si rarefacesse e si dilatasse, facendo gonfiare il cuore stesso e facendo in tal modo da un lato chiudere le valvole di ingresso del medesimo sangue venoso e dall'altro aprire le valvole di uscita del sangue arterioso; e suppose inoltre che il sangue raffreddato attraverso il passaggio per i polmoni, tornato nel cuore ne determinasse lo sgonfiamento, facendo in tal modo riaprire le valvole di ingresso del sangue venoso e richiudere le valvole di uscita del sangue arterioso. Così, attraverso un semplice alternarsi di riscaldamento e raffreddamento, Descartes credeva di spiegare la diastole e la sistole, e quindi l'intera circolazione del sangue, senza riuscire tuttavia a spiegare nemmeno lui la causa del calore supposto nel cuore²⁴.

Harvey invece, non solo aveva smantellato la credenza tradizionale, anteriore a Galeno, secondo la quale le arterie e la par-

te sinistra del cuore contenevano solo aria proveniente dai polmoni e diretta a prevenire ogni eventuale eccesso di calore; ma aveva demolito anche la dottrina di Galeno, secondo la quale esistevano due circolazioni del sangue, una che parte dal fegato e porta attraverso le vene il sangue venoso, ricco di nutrimento, a tutto l'organismo per nutrirlo, e l'altra che parte dai polmoni e porta attraverso le arterie il sangue arterioso, ricco di spirito vitale (*pneuma*), a tutti gli organi per vivificarli. Questa dottrina, come ha mostrato il Butterfield, implicava anch'essa un passaggio d'aria dai polmoni al cuore, inteso soprattutto a raffreddarlo, così come implicava un passaggio del sangue attraverso il setto cardiaco, ed inoltre identificava l'azione fondamentale del cuore nella diastole, cioè nella dilatazione, in quanto supposeva che il processo principale consistesse nell'attirare il sangue al cuore, non nell'espellerlo²⁵.

Invece Harvey, esaminata la struttura fibrosa del cuore, dimostrò che, contrariamente alla concezione accettata fino a quel momento, la sua vera attività consisteva nel contrarsi e nello stringersi, vale a dire nella sistole, quando il sangue viene spinto fuori dal cuore, e non nella diastole, quando, come si affermava allora, esso risucchiava il sangue a sé²⁶. La differenza tra questa concezione e tutte le altre, sia quella precedente di Galeno che quella successiva di Descartes, consiste nel considerare il cuore come il vero motore della circolazione del sangue, cioè come un organo dotato di un dinamismo interno, e non come un semplice ingranaggio di orologio, mosso a sua volta da qualche altra causa. Non è forse azzardato dire che, nell'universo di Harvey, cioè nel corpo vivente, il cuore svolge la stessa funzione che, nell'universo di Aristotele, è svolta dal primo motore immobile, anche se il termine di paragone indicato dallo stesso Harvey è invece il sole, che per lui, ancora aristotelico, era solo un motore mosso.

L'universo di Aristotele gli è tuttavia ben presente quando egli afferma, a proposito del moto del sangue:

Ci sia dato chiamare circolare questo moto, allo stesso modo come Aristotele dice che aria e pioggia imitano il moto circolare dei corpi celesti. Di fatto, l'umida terra, riscaldata dal sole, sprigiona vapori; i vapori si sollevano e si condensano; condensati in pioggia precipitano e tornano

così, di nuovo, a bagnare la terra. Tale è qui, sulla terra, il ritmo stesso della vita e, parimenti, al moto circolare del sole, all'alternativo ritmo che lo accosta e lo allontana dalla terra si collega la vicenda delle stagioni e dei climi. Così, verosimilmente, può accadere entro l'organismo per il moto del sangue²⁷.

Il parallelismo tra moto degli astri in cielo, ciclo delle generazioni sulla terra e circolazione del sangue nel microcosmo suggerisce inevitabilmente un rinvio ad un ordine e quindi ad un principio di tipo metafisico.

Questo, o qualcosa di analogo a questo, fu probabilmente il motivo, come è stato suggerito da Gilson, per cui Descartes rifiutò la spiegazione di Harvey, cioè il fatto che essa, rinunciando ad una spiegazione meccanica del moto del cuore, lasciava praticamente aperta la porta al ricorso alle *qualità occulte* che la vera fisica deve eliminare²⁸. Ma in realtà Harvey, da buon aristotelico, era molto più fedele di Descartes all'osservazione empirica ed era rimasto convinto soprattutto da un esperimento, che gli aveva reso evidente come il lavoro immane svolto dal cuore, quale motore della circolazione del sangue, non potesse essere semplicemente spiegato come effetto di un processo di evaporazione del sangue e di raffreddamento connesso alla respirazione.

Molteplici sono infatti gli esperimenti che egli effettuò prima di giungere alla sua grande scoperta: per esempio mise in rilievo che le arterie tagliate non emettono o non assorbono dell'aria, come accade invece quando si taglia la trachea; osservò che, se il setto cardiaco lasciasse filtrare il sangue, non avrebbe bisogno di essere a sua volta rifornito di sangue attraverso le vene coronarie e le arterie; dimostrò che il ventricolo sinistro non potrebbe aspirare sangue dal destro perché entrambi si contraggono e si dilatano simultaneamente; che i vasi procedenti dai polmoni al cuore sembrano essere fatti per portare sangue piuttosto che aria; fece esperimenti per scoprire la direzione assunta dal sangue nei vasi e dedusse dalla lunghezza di questi che essi dovevano trasmettere il sangue a tutto il corpo facendolo passare attraverso i polmoni affinché si purificasse.

Già questi esperimenti sarebbero sufficienti a fare di Harvey il fondatore, o almeno uno dei maggiori rappresentanti, se non della medicina, almeno della fisiologia sperimentale moderna.

Ma il suo esperimento più importante, quello veramente decisivo per confermare la sua teoria, fu la scoperta che nello spazio di un'ora il cuore spinge fuori da sé una quantità di sangue di peso superiore a quello di un uomo, cioè una quantità enorme, tale da non poter essere prodotta e consumata tutta in una volta da nessun organo, e quindi non spiegabile altrimenti che attraverso una circolazione continua. Nel preannunciare l'esposizione di questa scoperta Harvey scrisse una frase che testimonia tutta l'importanza che egli vi attribuiva:

ciò che rimane da dire sulla quantità e la fonte del sangue che scorre in tal modo, è di carattere così nuovo e inedito che io non solo temo di essere danneggiato dall'invidia di qualche singolo, ma tremo per paura che l'umanità al completo mi sia nemica, poiché so fino a che punto gli usi e i costumi diventano una seconda natura²⁹.

Questa consapevolezza del carattere rivoluzionario della sua scoperta, in bocca ad un uomo che aveva dichiarato di avere come maestro Aristotele, ci dà la misura di che cosa significhi avere veramente compreso la tensione essenziale, per usare un'espressione di Thomas Kuhn, che si verifica nella storia della scienza fra tradizione e innovazione³⁰.

BIBLIOGRAFIA E NOTE

- ALESSIO F., *Motivi harveyani*. In: OLIVIERI L. (ed.), *Aristotelismo veneto e scienza moderna, Atti del 25° anno accademico del Centro per la storia della tradizione aristotelica nel Veneto*. Padova, Antenore, 1983, pp. 405-413.
- ARISTOTELE, *Opere biologiche*. Torino, Utet, 1971.
- BERTI E., *Differenza tra il metodo risolutivo degli aristotelici e la resolutio dei matematici*. In: OLIVIERI L., 1983, pp. 435-457.
- BERTI E., *La teoria aristotelica della dimostrazione nella tractatio omonima di Galilei*. In: CILIBERTO M., VASOLI C. (eds.), *Filosofia e cultura. Per Eugenio Garin*. Roma, Editori Riuniti, 1991, vol. I, pp. 327-350.
- BERTI E., *Aristotle's Renaissance as an Example of the Essential Tension between Tradition and Innovation*. *Philos. Inquiry* 1994; 16: 26-37.
- BUTTERFIELD H., *Le origini della scienza moderna*. Bologna, Il Mulino, 1962.
- CARTESIO, *Opere*. A cura di E. e M. GARIN, Bari, Laterza, 1967.
- CASSIRER E., *Der Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*. Berlin, 1922 (trad. it. col titolo *Storia della filosofia moderna*. Torino, Einaudi, 1978).
- CASSIRER E., *Galileo's Platonism*. In: ASHLEY MONTAGUE M. F. (ed.), *Studies and Essays in the History of Science*. New York, 1944, pp. 277-297.

- GARIN E., *Aristotelismo veneto e scienza moderna*. In: OLIVIERI L., 1983.
- GILBERT N. W., *Galileo and the School of Padua*. *Journ. Hist. of Philos.* 1963; 1: 223-231.
- GILSON E., *Discours de la méthode. Texte et commentaire*. IV éd., Paris, Vrin, 1966.
- HARVEY W., *Opere*. A cura di F. ALESSIO, Torino, Boringhieri, 1963.
- KRISTELLER P. O., *La tradizione aristotelica del Rinascimento*. Padova, Antenore, 1962.
- NARDI B., *Saggi sull'aristotelismo padovano dal secolo XIV al XVI*. Firenze, Sansoni, 1958.
- OLIVIERI L. (ed.), *Aristotelismo veneto e scienza moderna, Atti del 25° anno accademico del Centro per la storia della tradizione aristotelica nel Veneto*. Padova, Antenore, 1983.
- POPPI A., *Introduzione all'aristotelismo padovano*. Padova, Antenore, 1970 (II ed. 1991).
- PREMUDA L., *La presenza aristotelica nell'anatomia di Alessandro Benedetti*. In: OLIVIERI L. (ed.), *Aristotelismo veneto e scienza moderna, Atti del 25° anno accademico del Centro per la storia della tradizione aristotelica nel Veneto*. Padova, Antenore, 1983, pp. 887-895.
- RANDALL J. H., *The Development of Scientific Method in the School of Padua*. *Journ. Hist. of Ideas* 1940; 1: 177-206.
- RANDALL J. H., *The School of Padua and the Emergence of Modern Science*. Padova, Antenore, 1961.
- SCHMITT C. B., *A Critical Survey and Bibliography of Studies on Renaissance Aristotelianism (1958-1969)*. Padova, Antenore, 1971.
- SCHMITT C. B., *L'aristotelismo nel Veneto e le origini della scienza moderna*. In: OLIVIERI L., 1983, pp. 79-123.
- SCHMITT C. B., *Problemi dell'aristotelismo rinascimentale*. Napoli, Bibliopolis, 1985.

1. BUTTERFIELD H., *Le origini della scienza moderna*. Bologna, Il Mulino, 1962, p. 59.
2. Ivi, p. 51.
3. T. H. HOBBS, *Elementorum Philos. sec. I: De Corpore. Epistola dedicataria* (Ed. Molesworth, vol. I).
4. BUTTERFIELD H., op. cit. nota 1, p. 59.
5. GARIN E., *Aristotelismo veneto e scienza moderna*. In: OLIVIERI L. (ed.), *Aristotelismo veneto e scienza moderna, Atti del 25° anno accademico del Centro per la storia della tradizione aristotelica nel Veneto*. Padova, Antenore, 1983, pp. 24-25. La dichiarazione di HARVEY è in: *Opere*. A cura di F. ALESSIO, Torino, Boringhieri, 1963, p. 192.
6. Cfr. NARDI B., *Saggi sull'aristotelismo padovano dal secolo XIV al XVI*. Firenze, Sansoni, 1958; KRISTELLER P. O., *La tradizione aristotelica del Rinascimento*, Padova, Antenore, 1962; POPPI A., *Introduzione all'aristotelismo padovano*. Padova, Antenore, 1970 (II ed. 1991); SCHMITT C. B., *Problemi dell'aristotelismo rinascimentale*. Napoli, Bibliopolis, 1985.
7. CASSIRER E., *Der Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*. Berlin, 1922 (trad. it. col titolo *Storia della filosofia moderna*. Torino, Einaudi, 1978, vol. I, p. 166). Cassirer mutò opinione in: ASHLEY MONTAGUE M. F. (ed.), *Studies and Essays in the History of Science*. New York, 1944, pp. 277-297.
8. RANDALL J. H., *The Development of Scientific Method in the School of Padua*. *Journ. Hist. of Ideas* 1940; 1: 177-206; ID., *The School of Padua and the Emergence of Modern Science*. Padova, Antenore, 1961.
9. GILBERT N. W., *Galileo and the School of Padua*. *Journ. Hist. of Philos.* 1963; 1: 223-231. Si veda anche BERTI E., *Differenza tra il metodo risolutivo degli aristotelici e la resolutio dei matematici*. In: OLIVIERI L., op. cit. nota 5, pp. 435-457.

10. Ho cercato di illustrare questo punto in: *La teoria aristotelica della dimostrazione nella tractatio omonima di Galilei*. In: CILIBERTO M., VASOLI C. (eds.), *Filosofia e cultura. Per Eugenio Garin*. Roma, Editori Riuniti, 1991, vol. I, pp. 327-350.
11. A questo proposito mi permetto di rinviare alla mia relazione *Galileo di fronte alla tradizione aristotelica*, compresa nel volume *Omaggio a Galilei*, in corso di stampa a cura dell'Università di Padova.
12. Cfr. BUTTERFIELD H., op. cit. nota 1, pp. 54-57.
13. ARISTOT. *De sensu et sensibilibus* 1, 436 a 17-b 1, trad. di LANZA D. (leggermente modificata) in: ARISTOTELE, *Opere biologiche*. Torino, Utet, 1971, p. 1080.
14. ARISTOT. *De respir.* 21, 480 b 23-30, trad. cit. pp. 1237-1238.
15. SCHMITT C. B., in: OLIVIERI L., op. cit. nota 5, p. 97, il quale elenca tutti gli studiosi di Harvey che hanno sottolineato il suo aristotelismo, da Leski a Plochmann, da Wilkie e Webster a Pagel.
16. Ivi, p. 98.
17. Ivi, p. 100.
18. ALESSIO F., *Motivi harveyani*. In: OLIVIERI L., op. cit. nota 5, pp. 405-413, spec. 409.
19. Ivi, pp. 411-412.
20. PREMUDA L., *La presenza aristotelica nell'anatomia di Alessandro Benedetti*. In: OLIVIERI L., op. cit. nota 5, pp. 887-895, spec. 887.
21. Ivi, p. 895.
22. Per un'illustrazione del metodo della biologia secondo Aristotele, si veda ARISTOT. *De partibus animalium*, I 1.
23. CARTESIO, *Opere*. A cura di E. e M. GARIN, Bari, Laterza, 1967, vol. I, pp. 163-164.
24. Ivi, pp. 161-166.
25. BUTTERFIELD H., op. cit. nota 1, pp. 52-53.
26. Ivi, pp. 63-64.
27. HARVEY W., *Opere*. A cura di F. ALESSIO, Torino, Boringhieri, 1963, p. 57.
28. GILSON E., *Discours de la méthode. Texte et commentaire*, IV éd., Paris, Vrin, 1966, (riportato da GARIN in: CARTESIO, op. cit. nota 23, p. 165, n. 1).
29. BUTTERFIELD H., op. cit. nota 1, pp. 64-65.
30. A questo proposito mi permetto di rinviare alla relazione da me tenuta al Congresso mondiale di filosofia svoltosi a Mosca nell'agosto 1993: BERTI, 1994, pp. 26-37.

Correspondence should be addressed to:
Enrico Berti, Istituto di Filosofi Università di Padova, Piazza Capitanato, 3 - 35100, Padova, I.

Articoli/Articles

LA PREDICIBILITA' DELLA MEDICINA SCIENTIFICA. 1.
IL RUOLO DEI PROCESSI CAOTICI ED EVOLUZIONISTICI

GIOVANNI FELICE AZZONE

Dipartimento di Scienze Biomediche Sperimentali
Università di Padova, I

SUMMARY

PREDICIBILITY OF SCIENTIFIC MEDICINE. 1.
THE ROLE OF CHAOTIC AND EVOLUTIONARY PROCESSES

The deterministic processes, whether mechanistic or statistic but not chaotic, have a high degree of predicability in contrast with evolutionary processes. Following the methodological principle of C. Bernard of diseases as alterations of biochemical and physiological processes, medicine has been assigned to the area of the functional biological, i.e. to the area of the deterministic processes. However in many cases the evolution of pathological processes is hardly predictable due to many reasons. The first is the exponential evolution of many physiological processes, a reason for which the evolution tends to become chaotic. The second is that, although deterministic, frequency and distribution of diseases require a statistical approach. The third and most important reason is that a large number of pathological processes are of evolutionary nature and are therefore accompanied by the continuous generation of new information. Some examples of evolutionary processes, such the tumor transformations and the autoimmune diseases are discussed but it is suggested that the field of evolutionary medicine will rapidly expand.

Introduzione

Scopo della scienza è non soltanto la descrizione delle osservazioni ma la formulazione di relazioni tra le osservazioni. Mediante tali relazioni la scienza giunge a generalizzazioni ed a teorie quanto più possibile universali. La formulazione di teorie è la caratteristica principale della scienza in quanto soltanto sul-

Key words: Evolutionary Processes in Medicine - Predicability in Scientific Medicine - Deterministic and Indeterministic Processes in Medicine