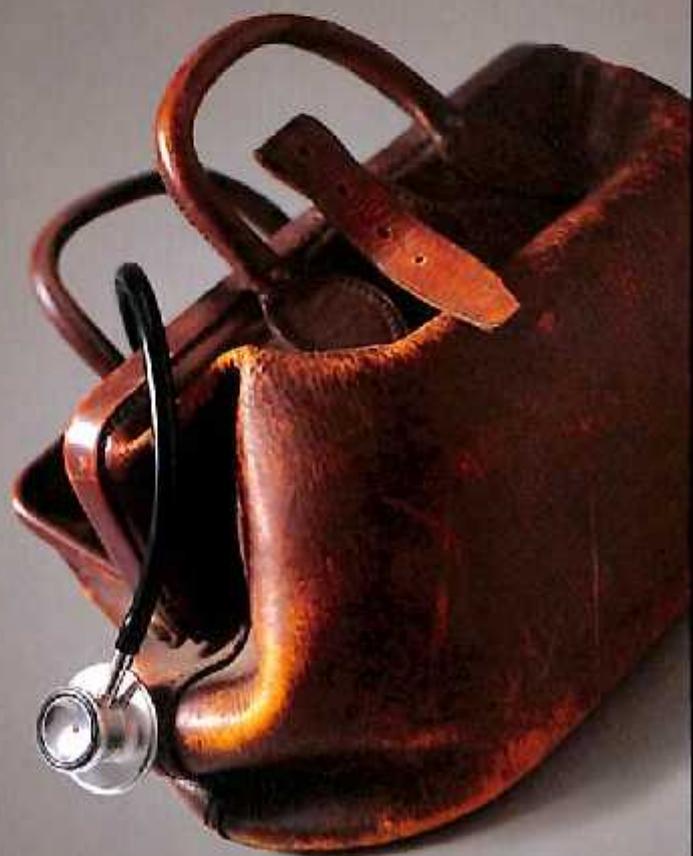


Raffaello Cortina Editore

Giorgio Cosmacini

La medicina non è una scienza

Breve storia
delle sue scienze di base



CENTRALE V. E. II

ENZA
D E E
.....
a diretta
o Giorello

PREMESSA

Dieci anni or sono, introducendo una raccolta di testi che riproducevano gli interventi a un seminario organizzato dalla Casa della Cultura di Milano, scrivevo le parole che seguono.¹

Sovente, sempre più sovente, si sente dire e ridire, dai mass media ma anche da molti fra gli addetti ai lavori (clinici, ricercatori, docenti), che la medicina è una scienza. Molto spesso non lo si dice neppure: lo si dà per scontato, per ovvio. Così non è: *la medicina non è una scienza*, è una pratica basata su scienze e che opera in un mondo di valori. È, in altri termini, una tecnica con un suo proprio sapere conoscitivo e valutativo, e che differisce dalle altre tecniche perché il suo oggetto è un soggetto: l'uomo. L'antica *technè iatrike*, l'originaria *ars curandi*, la perenne "arte della cura" è una tecnica, un'arte, un mestiere – il mestiere di medico – con una sua propria cultura. In tale cultura la tecnica è il mezzo, ma l'*anthropos*, l'uomo, è il fine ultimo, o meglio il primo.²

Questa antropologia è una filosofia? Sembrerebbe, originariamente, di no. Ippocrate, padre indiscusso della medicina laica occidentale, distingueva nettamente quest'ultima vuoi dalla religione degli "asclepiadi", i sacerdoti di Aesculapio interpreti del sacro, vuoi dalla filosofia dei "fisiologi", gli studiosi e curiosi della natura, della quale cercavano di capire e carpire le leggi.

L'antropologia della medicina si poneva, agli inizi, come un sapere critico delle due sapienze fiancheggiatrici. Ma si trattava di un espediente polemico, finalizzato a un'autoaffermazione d'identità. In realtà, la medicina possedeva una sua religio-

sità e una sua filosofia. L'una si estrinsecava nell'etica del rapporto medico-paziente, un rapporto "duale" recepito come tale dalla stessa lingua greca. L'altra si estrinsecava nella logica del rapporto medico-paziente-ambiente-comunità, un rapporto "plurale" con riscontro nel contesto ippocratico *de aere, aquis et locis* (tale il titolo di una fra le maggiori opere d'Ippocrate) e nelle relazioni interumane della *polis* (dove Ippocrate era contemporaneo di Socrate e di Pericle). Una cognizione ambientalista che oggi diremmo "ecologica" si coniugava, quindi, al "dialogo" e a un'etica "politica".

Esisteva dunque un'anima filosofica della medicina delle origini? Per rispondere affermativamente basta citare due delle opere più famose del *Corpus hippocraticum*: il celebre *Male sacro* e il celeberrimo *Giuramento*. Il vigore teoretico del primo è pari al valore etico del secondo. La de-sacralizzazione della malattia, facendo di essa un che di naturale, fu altrettanto importante quanto la formulazione di un patto tra esseri umani circa i propri doveri. La tecnica dello *iatros*, del medico, esercitata nelle botteghe di città, nella piazza del porto o del mercato, aveva un proprio metodo, una propria episteme, un proprio ordine morale, una propria concezione generale dell'uomo e del mondo.

La metodologia era il metodo clinico; l'epistemologia era la teoria somato-psichica dei quattro umori corporei (sangue, flegma, bile, atrabile) armonizzati ai quattro temperamenti (sanguigno, flemmatico, biliare, atrabile o melancolico) ed elaborati dai quattro organi fondamentali (cuore, cervello, fegato, milza). L'ordine morale era quello finalizzato alla beneficenza delle cure; e la concezione generale dell'uomo e del mondo era quella della corrispondenza speculare tra la cosmologia degli elementi (terra, acqua, aria, fuoco), la gnoseologia delle qualità elementari (caldo, freddo, secco, umido), la climatologia delle stagioni (primavera, estate, autunno, inverno), la fisiologia delle età evolutive (infanzia, giovinezza, maturità, vecchiaia).

La *technè* ippocratica era dunque "filosofa". Lo certificava, quattro secoli dopo Ippocrate, Claudio Galeno, il maggior medico della Roma imperiale e archiatra dell'imperatore Marco

Aurelio: *Optimus medicus sit quoque philosophus*, "il migliore dei medici sia anche filosofo". L'aforisma galenico significava che il medico, essendo colui che esercitava l'arte della cura a vantaggio dell'uomo, doveva possedere la *philosophia*, suprema sintesi di *technophilia*, o "amicizia per l'arte", e di *philanthropia*, o "amicizia per l'uomo". Tecnica e antropologia erano tutt'uno, erano il patrimonio indivisibile, "olistico" (*holos* in greco significa "il tutto", "la totalità") del mestiere di medico.

L'antico aforisma doveva mantenere per intero il suo valore nel Medioevo, quando il medico era detto "fisico-filosofo", e nel Rinascimento, quando il suo sapere e il suo agire erano armonicamente inseriti in una *philosophia naturalium rerum*, ove la "filosofia della natura" era comprensiva della natura umana e il "microcosmo" dell'uomo era in simmetria e simpatia con il "macroantropo" dell'universo.

Fine dell'autocitazione. Dal Rinascimento in poi la medicina, dopo aver ricevuto da Andrea Vesalio la propria fondazione anatomica, è stata continuamente arricchita da scienze di base che l'hanno avviata alla pista di lancio della modernizzazione scientifico-tecnica: nel Seicento la fisica di Galileo Galilei, nel Settecento la chimica di Antoine-Laurent Lavoisier, nell'Ottocento la biologia di Gottfried Reinhold Treviranus. Siamo alle soglie dell'età contemporanea, quando altre scienze si aggiungono ad ampliare la modernizzazione. Tali, a mio avviso, sono l'economia e l'ecologia.

Scopo di *questo libro* è anzitutto quello di compiere una ricognizione storica dei rapporti che tali scienze hanno intrattenuto fin dalle loro origini e tuttora intrattengono con la medicina; ma obiettivo non secondario è abbozzare una riflessione critica sul fatto che tali scienze non esauriscono il patrimonio conoscitivo e valoriale della medicina che su di esse è fondata.

Dalla rivoluzione medico-scientifica di metà Ottocento, legata alla "teoria dei germi" di Louis Pasteur, alla "patologia cellulare" di Rudolf Virchow, alla "medicina sperimentale" di Claude Bernard, la benefica tecnofilia originaria si è trasformata — quasi per mutazione genetica — nell'odierna tecnologia produttiva di salute, apportatrice di una maggior quantità e di

una miglior qualità di vita disponibile. L'odierna tecnologia ha ricevuto dall'antica tecnofilia il testimone da trasmettere al mestiere di medico, ha ricavato la consegna a continuare e ad accelerare la corsa in quella sorta di staffetta a ostacoli che è la storica lotta della medicina contro le malattie e la morte prematura. Della tecnofilia, la tecnologia ha assunto la beneficiabilità potenziandola; e poiché tecnologia significa scienza applicata, la scienza si è rivestita dell'ideologia che lo *sviluppo* ulteriore delle sue applicazioni in medicina debba essere necessariamente seguito, per meccanica sequenza causa-effetto, da un ulteriore *progresso* qualitativo e quantitativo.

Condizionate in tal modo, le scienze su cui la medicina è fondata tendono inevitabilmente a dilatare oltre misura la loro valenza applicativa e ad assumere un significato debordante dai confini loro propri, invadendo il campo dell'antropologia. È questo un campo, evoluto anch'esso dall'antica filantropia a una moderna "umanologia", dove i criteri di valore e di progresso hanno riferimenti diversi da quelli propri delle scienze di base, ai quali gli scopi e obiettivi della medicina non possono essere integralmente ricondotti o "ridotti".

Quand'anche sia vero che i medici di famiglia e di corsia stiano per diventare "clinici molecolari", "manager d'azienda" e "tecnici verdi", c'è da chiedersi se gli impulsi verso tale mutazione ulteriore, loro impressi sia dalla ricerca traslazionale trasferita dai banchi di laboratorio ai letti di degenza, sia dalle pulsioni aziendali e dai moti d'opinione, impediranno alla tecnologia di smarrire l'asse di equilibrio che la preserva dal rischio di precipitare in tecnocrazia e vinceranno a quest'ultima di averla vinta sul rapporto umano che lega il medico al paziente, ed entrambi alla società di cui sono parte integrante.

L'autore ringrazia i lettori di parti del testo, che sono stati prodighi di suggerimenti: Silvano Boccardi, Luca Carra, Giuseppe Eulisse, Roberto Sarolli, Giampiero Tosi, Elisabetta Zanarotti.

1

FISICA E MEDICINA

Fisica e medicina sono antiche almeno quanto l'uomo greco. Sono, all'origine, intrecciate o sovrapposte. Nella lingua di Ippocrate, padre della medicina laica occidentale, e di Aristotele, filosofo delle scienze naturali, gli oggetti di queste scienze erano detti *ta physika*, "le cose della natura". Il nome *physis*, "natura", era comprensivo di vari significati: generazione, forza generatrice, cosmo, insieme di tutte le creature. Fra tali creature, al primo posto, l'uomo. Lo studio della natura era detto *physike*, e *techné physike* era detta l'arte interagente con la natura, ivi compresa la natura umana.

Physikos, "fisico", se come aggettivo qualificava (e qualifica) ogni fenomeno "naturale", come sostantivo concerneva (e concerne) il corpo "umano". Oggi il nome designa, oltre al fisico corporeo, lo studioso di fisica, il ricercatore o scienziato in questo campo del sapere scientifico. Ma nella Grecia arcaica designava anche il medico: gli esercenti della *techné iatriké* o "arte della cura", prima d'essere detti *iatroi*, "medici", erano detti *physikoi*, "fisici".

Tra l'altro, *physis* è nome tuttora incluso in una mezza dozzina di termini medici, specie anatomici. *Diafisi*, *metafisi*, *epifisi*, *apofisi* appartengono alla nomenclatura dell'osteologia, indicando precise parti scheletriche. Ipofisi è il nome della ghiandola endocrina posta alla base del cervello. Epifisi, ancora, è il nome di una ghiandola atrofica situata nel centro della sostanza bianca cerebrale e già ritenuta da Cartesio la sede dell'incontro fra *res cogitans* e *res extensa*.

Infine, soprattutto, *physician* è il termine con cui, nei paesi di lingua inglese, ancora oggi si designa colui che esercita il mestiere di medico.

Il sostantivo "fisico" con significato di "medico" era presente non solo nella Grecia pre-ippocratica, ma anche nella bassa latinità, recuperato dallo scrittore ecclesiastico Sofronio Eusebio Gerolamo nell'opera *Adversus Iovinianum* del 393 d.C. Era presente anche nel Medioevo, quando i licenziati dalle università erano detti "fisici" piuttosto che "medici", per distinguerli dai "chirurghi"; ed era presente anche nel Rinascimento, quando i medici d'ospedale, per rimarcare la medesima distinzione, erano detti "fisici" nei regolamenti ospedalieri. Nel 1508 il primo documento a stampa sull'ordinamento di un grande ospedale fissava la dotazione di personale medico in "quattro phisici, uno per braccio de la crociera, et altri tanti chirurghi similmente distribuiti".²

Restando agli incroci lessicali tra fisica e medicina, *physiologi* erano detti "coloro che studiano le cause e i fenomeni naturali" (Aristotele, *Metaphysica*, I, 5), come per esempio Talete, il primo filosofo greco, e "fisiologia" era la *naturae rationem quam Graeci physiologian appellant* (Cicerone, *De divinatione*, I, 90). Era questa "fisiologia" la "scienza razionale" che, a partire dal secolo XVIII, venne assumendo un significato restrittivo etichettando lo "studio delle funzioni del corpo umano" (Albrecht Haller, *Elementa physiologiae corporis humani*, Gottinga 1757-1766).

È un dato di fatto che i primi studiosi della natura, in quanto competenti di quella umana, esercitavano l'arte medica. Medico *ante litteram* fu Pitagora di Samo (570-497 a.C.), scolarca a Crotona, capo di una comunità iniziatica ispirata a valori alti quanto il sapere — teoretico, matematico, medico — da lui coltivato.

Pitagora è l'inventore della parola *philosophia* e il fondatore della numerologia, ovvero una "mistica dei numeri" che attribuiva loro un significato non soltanto matematico (aritmo-geometrico), ma anche fisico e morale, con analogie molteplici. Il numero pari era l'illimitato (l'"indeterminato" o *apeiron*

del filosofo Anassimandro, 610-547 a.C.), ma anche il femminile, il buio, il male; il numero dispari era il limite, ma anche il maschile, la luce, il bene.

Con Pitagora la matematica diventa strumento di conoscenza, *mathesis*. Egli affermava che "tutte le cose che si conoscono hanno un numero; senza questo niente si potrebbe pensare, né conoscere". La matematica è comprensiva, oltretutto di aritmetica e di geometria, anche di astronomia e di musica: saranno queste quattro le "arti del quadrivio", poste alla base dell'istruzione nelle scuole del Medioevo. Teoremi, rapporti numerici fra intervalli musicali, relazioni fra altezze dei suoni e lunghezza delle corde vibranti, speculazioni delle eclissi, argomentazioni sulla Terra sospesa nello spazio (e non poggiata sull'acqua come voleva Talete, VII-VI a.C.) sono tra le sue scoperte e procedure, prove della sapienza dei suoi insegnamenti.

Il concetto di malattia era, fino a Pitagora, avvolto nei veli della sacralità e della magia. La malattia era "sacra", perché mandata a punire le colpe degli uomini, scagliata da un dio incolleto. Era ciò che asserivano gli "asclepiadi", i sacerdoti interpreti e intermediari di Asclepio, semidio della medicina. Privilegiati mediatori del divino, essi erano *magot*, "magi", come i sacerdoti d'Oriente, esercenti la *therapeia theon*, la "cura degli dei". La divinità, come colpiva gli inosservanti e gli inadempienti, così guariva i pentiti che ne invocavano il perdono.

Pitagora è, con Ippocrate (460-377 ca. a.C.), uno dei protagonisti di quello che alcuni chiamano illuminismo ellenico. Se il padre della medicina desacralizza il "male sacro" dimostrando che esso è una malattia del cervello (epilessia), il padre della numerologia contribuisce a razionalizzare la soprannatura contemplando la natura umana entro limiti numerici. L'universale antitesi pari-dispari è da lui applicata anche all'opposizione tra femmina e maschio, la cui unità coniugale è rappresentata dal numero 5, somma del primo numero pari, il 2, rappresentativo del femminile, con il primo numero dispari, il 3 (essendo l'unità "pari-impari"), rappresentativo del maschile. Il 7 è fatto oggetto di studio nel trattato di scuola pitagorica *Peri hebdomaidon*, "circa il numero sette", e farà proseliti in campo clinico (le "settime" del de-

corso della polmonite) e in campo assistenziale (le sette "opere di misericordia corporale" della tradizione cristiana).

La "vita pitagorica", lodata poi da Platone, è una vita sobria, ascetica e salutista. Il "vitto pitagorico", raccomandato ancora nel XVIII secolo (dal medico toscano Antonio Cocchi), è un regime dietetico parco e salutare, "spartano" quasi quanto quello prescritto dal legislatore Licurgo ai cittadini di Sparta per purificare l'anima da ogni scoria materiale.

Di scuola pitagorica fu Alcmeone (VI sec. a.C.), di cui parla Platone nel *Fedro*. Dalla teoria alcmeonica dei numeri derivò la dottrina delle opposte coppie delle qualità elementari – caldo e freddo, secco e umido – formulata da Alcmeone medesimo nell'opera *Peri physeos*, "intorno alla natura". A tale dottrina doveva richiamarsi di lì a poco quella ippocratica (elaborata da Polibo, genero di Ippocrate) dei quattro umori corporei – sangue (caldo e umido), flegma (freddo e umido), bile (calda e secca), atrabile (fredda e secca) – e dei quattro temperamenti psichici, sanguigno, flemmatico, biliare e collerico, atrabiliare e melancolico. L'armonia di umori e temperamenti (*eukrasia*) è la salute, la disarmonia (*dyskrasia*) è la malattia. Alcmeone stesso fu medico, il primo a praticare dissezioni su animali, il primo a intuire la connessione anatomica tra organi di senso e cervello, il primo a elaborare una teoria encefalocentrica che vedeva nel cervello il luogo dove l'interno, cioè il soggetto, recepisce l'esterno, cioè l'oggetto.

Divulgatore del pensiero di Pitagora fu Filolao (470-400 a.C.), del quale Diogene Laerzio nelle *Vite dei filosofi* scrive: "Tutte le dottrine pitagoriche non furono note fino all'età di Filolao", che visse a Crotona un secolo dopo il maestro. Secondo Pitagora, scrive ancora Diogene Laerzio, "l'anima dell'uomo si distingue in tre parti, l'intelletto, la mente e l'animo". Filolao, medico anch'egli, elaborò una teoria policentrica fondata su quattro radici o principi: il principio razionale, con sede nel cervello; il principio animale, con sede nel cuore; il principio vegetativo, con sede nell'ombelico, radice dell'embrione; il principio riproduttivo, con sede nel membro genitale, radice della generazione.

Quattro umori, quattro temperamenti, quattro centri anatomici, quattro sedi funzionali, in aggiunta ai quattro elementi primordiali (terra, acqua, aria, fuoco), alle quattro stagioni dell'anno (primavera, estate, autunno, inverno), alle quattro età della vita (infanzia, giovinezza, maturità, vecchiaia): nel 4, primo numero quadrato, è identificato da Pitagora il concetto di giustizia, che è anche giustizia, equità, equilibrio, armonia.

Armonia psicosomatica, armonia cosmica, scienza dei numeri, logica matematica, dialettica degli opposti, senso del limite, regole di vita, amore per la sapienza, etica della giustizia: nel patrimonio lasciato in eredità da Pitagora e dai pitagorici si ritrova la matrice culturale di gran parte del pensare e dell'agire del medico.

Nel "dopo Pitagora" spicca la figura di Empedocle di Agrigento (483-423 ca. a.C.), *physiologos*, filosofo e medico. Nel suo *Peri physeos*, altra opera "sulla natura", egli formula compiutamente la teoria dei quattro elementi predetti, governati dagli opposti principi dell'amore (*philia*) e dell'odio (*neikos*), forze di attrazione e repulsione della materia elementare che esse rispettivamente congiungono (sinteticamente) e disgiungono (analiticamente), determinando la nascita e la morte delle cose mutevoli. I quattro elementi del cosmo sono i medesimi del corpo, il quale con le proprie parti terrose percepisce la terra, con le acque l'acqua, con le aeree l'aria, con le ignee il fuoco. Tali parti corporee sono miscelate fra loro nel sangue prossimo al cuore: questo, non il cervello, è la sede della coscienza. Il cuore è il cardine della teoria cardiocentrica che compete, e competerà a lungo, con l'encefalocentrismo.

Empedocle fu colui che sostituì al linguaggio oracolare della profezia quello razionale della prognosi, fondata sull'oratoria persuasiva. Fondò infatti la retorica, della quale fu maestro a Gorgia da Lentini, uno dei sofisti dialoganti con Socrate. Però, fu soprattutto la logica argomentativa a fare di lui un buon medico, che seppe risanare Selinunte da una epidemia, depurando l'acqua che infettava la città! "Certamente

una cosa egli seppe fare: far tornare alla vita corpi che sembravano morti.¹²

Tra gli eredi ed epigoni del pensiero pitagorico spicca Platone (427-347 a.C.). L'influenza del pitagorismo su di lui è evidente, specie nel *Timeo*, opera platonica tarda, scritta dal filosofo dopo il definitivo rimpatrio dalla Magna Grecia. I quattro elementi cosmici sono ricondotti a quattro poliedri regolari: la terra al cubo, il fuoco al tetraedro, l'aria all'ottaedro, l'acqua all'icosaedro (resta escluso il quinto poliedro regolare, il dodecaedro). Le parti corporee, costituite dagli stessi elementi, sono strutturate in particelle elementari aventi anch'esse volumi solidi (cubici, sferici, ovoidali, piramidali) corrispondenti a figure geometriche piane (quadrate, rotonde, ovalari, triangolari), corrispondenti a loro a formule matematiche, cioè a numeri. L'aritmogeometria è la base di una fisica anatomica che permette a Platone di descrivere il cervello "tutto rotondo" (cioè formalmente perfetto), il polmone "traforato come una spugna", il fegato "denso, liscio e lucido".

La "fisica", concepita non più solo genericamente come scienza della natura, ma specificamente come disciplina anatomico-fisiologia del corpo, aveva peraltro imboccato la strada maestra del paradigma qualitativo ippocratico, spiazzando quella alternativa del paradigma quantitativo, aritmo geometrico, di ascendenza non solo pitagorica, ma anche democritea. Democrito di Abdera (460-370 ca. a.C.) è il padre dell'idea di *atomos*, particella corpuscolare invisibile e indivisibile, costitutiva della materia del mondo. Nel III secolo a.C. il medico Erasistrato di Alessandria, discostandosi dal modello ippocratico, e nel II secolo a.C. il medico Asclepiade di Bitinia, richiamandosi al modello democriteo, si ispirarono ambedue alla filosofia di Epicuro (341-270 a.C.), rifondatore del materialismo atomistico.

Asclepiade, fondatore della Scuola metodica, concepiva il corpo umano come un sistema in cui l'interconnessione corpuscolare è assicurata da infiniti minimi meati o "pori", dotati di sensibilità e permeabili agli atomi. Sulla sua scia, Temisone di Laodicea, rifondando la Scuola metodica a Roma

in età augustea, doveva elaborare la teoria patologica per cui tutte le malattie rientrano in tre classi: quelle da rilasciamento dei "pori" (*status laxus*), quelle da restringimento degli stessi (*status strictus*) e quelle nelle quali i pori presentano una pervietà di grado intermedio (*status mixtus*). A ripristinare la salute provvedeva, in Roma, quella che oggi diremmo "terapia fisica", somministrata nelle terme, dove il *calidarium* dilatava i pori ristretti, il *frigidarium* restringeva i pori dilatati e il *tepidarium* li manteneva né larghi né stretti, ma beanti al punto giusto.

Nell'età argentea della Roma imperiale, Claudio Galeno da Pergamo (129-200 ca. d.C.), medico di Marco Aurelio e dei suoi figli, riportò in auge, al massimo livello, il paradigma fisiopatologico di Ippocrate, che fece proprio e perfezionò, determinando l'esordio della medicina che divenne poi nota come ippocrato-galenica, di durata ultramillenaria, e contribuendo in tal modo all'inizio della "lunga notte medievale" in cui scompare dall'orizzonte medico-scientifico il paradigma fisiopatologico alternativo, matematizzante e atomistico. La filosofia materialistica degli atomi di Epicuro, che aveva valenza non solo teoretica ma anche etica, venne imputata dalle ideologie dominanti, quella aristotelico-scolastica e quella cristiano-cattolica, di essere intrisa di ateismo ed edonismo, e venne pertanto condannata e respinta.

Il paradigma in versione matematizzante, applicato alla medicina come *iatromatematica*, riemerse con Galileo Galilei (1564-1642). Nel *Saggiatore* (Roma 1623) si legge la celebre dichiarazione, che è insieme un'ontologia e un programma: "La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi – io dico l'universo [ivi compreso il corpo umano] –, ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica".¹

Lo stesso paradigma, in versione fisica, doveva venir applicato alla medicina come *iatrofisica* o *iatromeccanica* dai medici di scuola galileiana. Il contesto metodologico ed epistemolo-

gico era quello della *rivoluzione scientifica* (come diciamo noi oggi). Il metodo galileiano, "risolutivo" e "compositivo", è quello delle "sensate esperienze e certe dimostrazioni"; l'episteme di fondo è quella della logica matematica e della fisica meccanica; statica, cinematica, dinamica.

De statica medicina (Venezia 1614) è il titolo dell'opera del medico istriano Santorio Santorio (1561-1636), professore di medicina teorica a Padova dove Galileo aveva insegnato matematica dal 1592 al 1610. Nell'opera, l'armonia qualitativa, ipocratico-galenica, dei quattro umori corporei è reinterpretata come equilibrio quantitativo, ponderale (basato sul metodo della doppia pesata), tra materia ingerita (cibi e bevande) e materia evacuata (feci, urine, traspirazione polmonare e cutanea).

La "medicina statica" evolve in "medicina cinematica" con lo studio "del moto del cuore e del sangue" compiuto dal medico inglese William Harvey (1578-1657) nell'opera *De motu cordis et sanguinis in animalibus* (Francoforte 1628). Harvey aveva studiato a Padova nel triennio 1602-1604, quando vi aveva insegnato Galileo, e da questi aveva appreso il metodo del calcolo matematico, usato nella dimostrazione del circolo chiuso del moto del sangue, suffragata sperimentalmente dalla procedura delle *ligaturae* dei vasi sanguigni alle braccia e alle gambe. Era la patente di legittimità scientifica di una nuova fisiologia, basata su evidenze fornite dall'applicazione in medicina del metodo ipotetico-sperimentale proprio della scienza moderna.

La temperie culturale era radicalmente mutata. René Descartes, ovvero Cartesio (1596-1650), nell'opera su *L'homme* (Parigi 1630-1631), era il maggior artefice dell'immagine dell'uomo come macchina costituita da *materia in movimento*. Thomas Hobbes (1588-1679) scriveva a sua volta nel *Leviatano* (Londra 1651) che "la vita non è altro che un movimento di membra".⁴

Questo "meccanicismo" filosofico era esteso a tutto il campo scientifico, in particolare all'ambito anatomico-fisiologico, da "iatromeccanici" cresciuti culturalmente, in Italia, alla scuola di Galileo. Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), nel-

l'opera *De motu animalium* (Roma 1680-1681), spiega la "macromacchina" osteo-artro-muscolare della locomozione. Marcello Malpighi (1628-1694), negli scritti *De pulmonibus* (Bologna 1661) e *De viscerum structura* (Bologna 1664), descrive le "micromacchine" rispettivamente degli alveoli polmonari e della rete "mirabile" dei glomeruli renali. Tali scoperte malpighiane sono rese possibili dall'analisi "artificiosa e sottile" consentita dalla microscopia.

Il medico raguseo Giorgio Baglivi (1668-1707), professore di medicina teorica alla Sapienza di Roma, nell'opera *De praxi medica* (Roma 1696), parla della "economia fisica dell'uomo", asserendo che il cuore è una "molla", lo stomaco una "storta", le mascelle "tenaglie", le vene e arterie "tubi idraulici", i visceri "filtri e setacci", i polmoni "mantici", i muscoli "corde". Tutti i fenomeni vitali, aggiunge, "devono riferirsi alle leggi dell'equilibrio, alle leggi del cuneo, delle corde, delle molle e degli altri elementi della meccanica".⁵

Agli inizi del Settecento il medico olandese Hermann Boerhaave (1668-1738), policattedratico a Leida, nell'accademica *Oratio de usu ratiocinii mechanici in medicina* non esita a dichiarare che l'occhio clinico altro non è che "l'occhio acuto del geometra [...] applicato tosto alla meccanica delle parti".

Il medico francese François Boissier de Sauvage (1706-1767), professore di medicina a Montpellier e archiatra alla corte di Francia, scrive che "i fenomeni che si osservano nella nostra macchina derivano tutti dalla forza de' fluidi che in essa girano". L'affermazione recepisce, oltre all'idea di *movimento*, quella di *forza*. L'asserto è in premessa dell'opera *Ematologica o sia statica degli animali. Esperienze idrauliche fatte sugli animali viventi* (Londra 1733), scritta non da un medico, bensì da un reverendo, Stephen Hales, pastore nel contado di Middlesex e membro della Royal Society. Nell'opera è riportata la "prima esperienza" di misura della pressione arteriosa, eseguita tramite inosculatione di un tubo di vetro nell'arteria crurale di una cavalla e mediante rilevazione metrica della colonnina del sangue risalito nel tubo. È la nascita dell'*emodinamica*.

La medicina fa il passo, così, da "cinematica" a "dinamica". Il concetto di forza, già espresso nella dizione *vis a tergo* relativa alla spinta propulsiva del sangue dalle vene alle arterie, è entrato nella scienza con Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) e soprattutto con Isaac Newton (1642-1727). La *vis viva* del primo è l'"energia cinetica" che carica la materia di un quid aggiuntivo alla mera "estensione" cartesiana; la *vis insita* del secondo è la "forza d'inerzia" che il già menzionato Albrecht Haller (1708-1777) traduce nella "irritabilità" da lui dimostrata sperimentalmente come proprietà dei muscoli (accanto alla *vis nervosa* sperimentalmente dimostrata come proprietà dei nervi).

Nella seconda metà del Settecento, ogni scienziato d'avanguardia vorrà "fare come Newton"! Nella gara di emulazione, in seno all'empirismo anglo-scozzese, David Hume (1711-1776) dichiara di voler essere "il Newton della psicologia" e William Cullen (1710-1790), professore di medicina prima a Glasgow e poi a Edimburgo, nell'opera *First Lines of the Practise of Physic* (1777), dà a vedere di sentirsi il Newton della clinica.

È l'Ottocento il *Grand Siècle* della scienza fisica applicata alla medicina. Karl Ludwig (1816-1895), professore a Lipsia, alludendo a se stesso e agli altri tre padri fondatori della fisiologia sperimentale in Germania - Ernst Wilhelm von Brücke, Emil du Bois-Reymond, Hermann von Helmholtz - dice nel 1847: "Noi quattro immaginavamo di dover dare alla fisiologia un rango scientifico pari a quello della fisica".⁷

Helmholtz, dopo aver formulato il principio della conservazione dell'energia, studia l'acustica e l'ottica, inventando, tra l'altro, l'oftalmoscopio. Emil du Bois-Reymond fonda un nuovo ramo della scienza fisiologica, l'elettrofisiologia, riconoscendo il suo debito nei confronti del fisico italiano Carlo Matteucci (1811-1868), continuatore degli studi sull'elettricità animale (neuromuscolare) intrapresi dal medico bolognese Luigi Galvani (1737-1798).⁸

Ludwig, dal canto suo, analizza i fenomeni vitali come se fossero fenomeni fisici mediante il metodo grafico (secondo

un principio impiegato originariamente da James Watt, lo scozzese inventore della macchina a vapore) e mediante la trasformazione in chinografo dell'emodinamometro di Jean-Louis Marie Poiseuille, fisiologo parigino studioso della dinamica circolatoria: al manometro a mercurio di Poiseuille, perfezionante il tubo-cannula di Hales, Ludwig aggiunge il galleggiante scrivente, con cui registra le oscillazioni del menisco di mercurio sulla superficie di un cilindro rotante.

La natura è concepita come *mechanica rerum*. Sullo stesso sfondo di meccanicismo biologico nasce la formulazione della "teoria cellulare" da parte di Theodor Schwann (1810-1882), fisiologo che assume il formarsi delle cellule con meccanismo analogo a quello della cristallizzazione (ma lui stesso smentirà in seguito questo postulato!).

In Italia Angelo Mosso (1846-1910), dopo la laurea in medicina e il perfezionamento a Lipsia nell'Istituto di fisiologia sperimentale diretto da Ludwig, intraprende una serie di ricerche sul movimento del sangue nei vasi cerebrali, e sul peso e la temperatura del cervello. Frequenta, a Parigi, il laboratorio di Étienne Jules Marey (1830-1904), dove lo attraggono le metodiche escogitate per perfezionare le registrazioni grafiche dei fenomeni vitali. In cattedra di fisiologia a Torino, crea nell'ateneo "un laboratorio concepito all'americana, [...] con ruote per far correre e affaticare cani, *tapis roulants* per osservazioni psicofisiologiche sul passo dell'uomo, [...] campane pneumatiche e camere di ferro per riprodurre la rarefazione atmosferica delle più elevate montagne, macchine per imitare il vento delle Alpi".⁹

Ai piedi del monte Rosa, nel triennio 1905-1907, viene costruito e intitolato al suo nome l'Istituto scientifico internazionale per gli studi di geofisica, meteorologia e fisiopatologia. Alla fisica fisiopatologica di Mosso vanno ascritti il *pletismo-grafo*, registrante i cambiamenti di volume degli organi in rapporto al tono e al polso dei loro vasi sanguigni, l'*ergografo*, rappresentante graficamente l'andamento della fatica nei muscoli flessori della mano, lo *sfigmomanometro*, perfezionante il metodo per misurare la pressione media del sangue nell'aorta.

Sphygmios "polso" e *metron* "misura" sono termini che denominano lo "sfigmometro" di Ludwig, prima perfezionato nello "sfigmografo" da parte di Marey e poi nello "sfigmomanometro" da parte di un allievo di Mosso, Scipione Riva-Rocci (1863-1937), braccio destro, nello stesso ateneo torinese, del clinico medico Carlo Forlanini (1847-1918), che perfeziona su presupposti di meccanica respiratoria la tecnica del pneumotorace artificiale nella terapia della tisi polmonare.

La meccanica circolatoria di Riva-Rocci è in perfetta sintonia con il meccanicismo biologico di Forlanini. Il 10 dicembre 1896 sulla *Gazzetta medica di Torino* compare una "comunicazione originale" in cui Riva-Rocci dà notizia d'aver messo a punto lo strumento che, in virtù della sua praticità, consente a ogni medico di misurare in breve tempo la pressione arteriosa rilevandola al braccio del paziente senza invasività e senza disturbi per quest'ultimo.

Dieci anni dopo l'invenzione di Riva-Rocci, nel 1906, l'olandese Willem Einthoven pubblica un articolo dal titolo "Le télécardiogramme", nel quale a sua volta dà notizia d'aver messo a punto un complesso apparecchio (costituito da un galvanometro a corda, una sorgente luminosa, un microscopio, un segnatempo, una macchina fotografica e alcuni cavi conduttori) in grado di fornire una segnaletica delle "pulsazioni ineguali e irregolari" del cuore (aritmie) meglio di quanto fatto fino ad allora dagli sfigmogrammi rilevati ai polsi delle arterie periferiche. È la nascita del primo elettrocardiografo.¹⁰

Un altro emulo di Mosso, Friedrich Kiesow (1858-1940), da Torino dà impulso in Italia agli studi di psicofisiologia sperimentale, studi che già nell'Ottocento avevano avuto incubazione in Germania nelle ricerche di Ernst Heinrich Weber e Gustav Theodor Fechner sui rapporti tra stimoli e sensazioni, e nelle ricerche ulteriori, nel medesimo campo, di Wilhelm Wundt (1832-1920), considerato il fondatore della nuova disciplina.

L'anno dell'invenzione di Riva-Rocci è un vero e proprio *annus mirabilis* per la fisica in medicina. Reca infatti la data

del 1° gennaio 1896 l'invio, ai maggiori fisici di tutta Europa, della comunicazione della scoperta di *eine neue Art von Strahlen*, di "una nuova specie di raggi", da parte di Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), professore di fisica sperimentale all'Università di Würzburg, in Baviera. La scoperta, per l'esattezza cronologica compiuta nella "memorabile notte" dell'8 novembre 1895, è resa esplicita – a noi posteri – da una nota fatta da Röntgen a piè di pagina della sua comunicazione: "Per brevità userò la parola *raggi*; anzi, per distinguerli da altri, li chiamerò *raggi X*".¹¹

La fisica dei raggi X, nata in una delle università tedesche dov'è cresciuta la psicologia scientifica, ricava da quest'ultima l'interesse per l'uomo, ponendosi in medicina come "scienza dell'interiore", diventando radiologia clinica e contribuendo in modo decisivo a rendere "più interna" la medicina *interna*!

È singolare il fatto che la denominazione simbolica dei raggi scoperti da Röntgen sia rimasta affidata a un eponimo – la lettera X – indicativo di una incognita fisica, e del nostro *ignoramus*;¹² tanto più che proprio questi raggi sono stati per oltre un secolo, a tutt'oggi, la matrice di sperimentazioni e di elaborazioni teoriche che hanno invece portato a valicare le barriere della non-conoscenza, conducendo l'impresa scientifica a grandi applicazioni tecniche e ad altrettante e più grandi ricadute pratiche a vantaggio dell'umanità.

Nel decennio a cavaliere tra Ottocento e Novecento e in quello successivo, anteriore alla Prima guerra mondiale – cioè nei vent'anni seguenti alla scoperta di Röntgen (e a quelle, di poco posteriori, della radioattività naturale da parte di Antoine-Henri Becquerel e del radium da parte di Marie e Pierre Curie) – la pionieristica attività dei medici trasformati da *elettrojatri* in radiologi promuove l'elettrologia in medicina, usata come "terapia fisica", a "diagnostica röntgeniana" e a "terapia radiante". Poi, per circa mezzo secolo, la radiologia accresce il proprio patrimonio scientifico-tecnico per progressiva accumulazione di dati: fino alle soglie degli anni Sessanta del Novecento, le immagini del corpo umano familiari al radiologo e

le procedure terapeutiche da lui impiegate si collocano nell'ambito di quella che lo storico della scienza Thomas Kuhn (1922-1996) ha poi definito "scienza normale".¹⁵

Peraltro, già negli anni Cinquanta del Novecento nuovi metodi consentono di ottenere immagini "prerivoluzionarie". L'angiografia della rete arteriosa del cervello contribuisce all'emanciparsi di una nuova disciplina chirurgica, la neurochirurgia, e al definitivo configurarsi in modo autonomo, in seno alla stessa radiologia, di un nuovo specialista, appunto il neuroradiologo. Lo stesso iter compie di lì a poco la cardiocirurgia, anch'essa favorita dalla gestazione e quindi dalla nascita del radiologo vascolare.

Agli stessi anni centrali del XX secolo appartiene il configurarsi del medico nucleare, diagnosta e terapeuta nello stesso tempo. I radioisotopi da lui somministrati al paziente si fissano per organotropismo in un organo (il primo in ordine di tempo a essere esplorato è la tiroide, con iodio radioattivo), il quale per un certo periodo emette radiazioni che, rilevate e rivelate da uno speciale apparecchio contatore, disegnano la "scintigrafia" o mappa morfologico-funzionale dell'organo stesso e a dosi opportune lo irradiano (come in casi di ipertiroidismo, riducendo la funzione esuberante della tiroide). Tra gli isotopi radioattivi c'è il Co^{60} (ottenuto nella pila atomica per bombardamento con neutroni del cobalto normale), che soppianta in molti casi, nella cura radiante dei tumori, i raggi X scoperti da Röntgen (röntgenterapia); c'è pure il radium scoperto dai coniugi Curie (curieterapia). Dieci anni dopo l'esplosione della prima bomba atomica, a Hiroshima nel 1945, la "bomba al cobalto" è apportatrice non di morte, ma di speranza di vita.

Neuroradiologia, radiologia vascolare, medicina nucleare, terapia radiante con alte energie sono rami del tronco della radiologia, con radici nell'*humus* fecondato dalla fisica novecentesca. Nuove specializzazioni si riverberano in controluce sulla radiologia precistente, la quale incomincia da qui a dirsi "tradizionale". In questa mutazione lessicale è leggibile il segno premonitore dell'imminente *rivoluzione radiologica*, caso

particolare di quel processo di accelerazione per cui, sempre secondo Thomas Kuhn, la scienza cumulativa normale, che avanza per passi gradualì, si "discontinua" in "rivoluzione scientifica", procedendo per balzi improvvisi.

La rivoluzione tecnologica della radiologia, caratterizzata dall'ingresso in quest'ultima dell'elettronica e dell'informatica, è stata anticipata dalla *ecografia*, che consente di ottenere immagini del corpo umano "scritte da echi", cioè mediante ultrasuoni.¹⁴ Gli anni Sessanta e Settanta ne hanno visto il decollo. Essa consente di osservare e registrare l'andamento della gravidanza a partire dalla ottava settimana di gestazione, e di svelare morfologia e sesso del feto dalla ventesima settimana. Ha inizio l'era del *real time*, caratterizzata da strumenti e da tecniche che, essendo in grado di cogliere immagini in rapida successione, permettono l'osservazione e registrazione dei movimenti degli organi esplorati, quali i movimenti fetali e le pulsazioni del cuore. Cambiano le identità professionali: mentre ginecologi e cardiologi sono tra gli specialisti che per primi assumono in proprio l'effettuazione di queste indagini, non pochi sono i radiologi che, a loro volta, si superspecializzano diventando ecografisti.

Se la "rivoluzione silenziosa" degli ultrasuoni (onde meccaniche di frequenza elevata non percettibili dall'orecchio umano) rimuove e sostituisce il nucleo fisico-tecnico delle *bioimmagini*, ponendo l'energia ultrasonica al posto di quella elettromagnetica dei raggi X, la vera rivoluzione è quella compiuta, negli anni Settanta e Ottanta, dalla *tomografia assiale computerizzata* (TAC). Con essa, la radiologia affronta e risolve il problema della terza dimensione spaziale e introduce un elemento nuovo, il *computer*. Le immagini sono ricostruzioni simboliche di sezioni assiali trasverse del corpo, modulate elettronicamente da una molteplicità di informazioni matematiche che il cervello umano non sarebbe in grado di raccogliere ed elaborare.

Di poco posteriore è la *risonanza magnetica* (RM). Con essa la radiologia rinuncia ai raggi X; l'energia utilizzata appartiene sempre alla grande famiglia delle radiazioni elettromagneti-

che; ma, rispetto ai raggi X che pure vi rientrano, è caratterizzata da valori di frequenza molto diversi e da una differente modalità di interazione con i tessuti organici. Le immagini che essa fornisce si basano sulla ricezione di segnali a radiofrequenza emessi da alcuni atomi costitutivi della materia vivente (in particolare, da quelli dell'idrogeno quando, in presenza di un campo magnetico di grande intensità, siano sottoposti a impulsi a radiofrequenza). Anche questa metodica dà luogo a mappe di rilevamento legate a vari parametri biologici e fisici, che mediante elaborazione da parte di calcolatori risultano ricche di informazioni preziose.

La rivoluzionaria risonanza magnetica sintetizza così in un unico modello due diverse innovazioni: l'abbinamento, come la tomografia assiale computerizzata, tra computer e medicina del futuro; il distacco, come l'ecografia, dai raggi X tradizionali. A centodieci anni dalla scoperta di questi ultimi, se l'egemonia di Röntgen sembra vacillare, non declina però minimamente quella della fisica, della matematica e dell'informatica su gran parte della medicina contemporanea.¹⁷

Nel suo viaggio più che secolare tra le immagini del corpo umano la radiologia trasferisce all'odierna *eidologia*, o "scienza delle bioimmagini", la cultura osservativa e descrittiva propria della medicina, una cultura che rappresenta il retaggio della rivoluzionaria anatomia rinascimentale di Andrea Vesalio (1514-1564). Ma oggi l'"eidologia", che ha validato l'anno Duemila, appare distanziarsi sempre più dalla radiologia originaria sia nel campo diagnostico con la SPECT (tomografia computerizzata a emissione di fotone singolo) e la PET (tomografia a emissione positronica), sia nel campo terapeutico con le macchine acceleratrici di particelle (elettroni, protoni o, più in generale, adroni).

Quanto alla PET, se viene applicata al campo oncologico (campo d'elezione oltre a quelli cardiaco ed encefalico) in associazione a TAC e RM nelle cosiddette *tecnologie biomediche ibride*, essa consente di andare al di là dell'accertamento morfologico e topografico, permettendo di valutare anche aspetti funzionali e metabolici, con riferimento alle potenzia-

lità aggressive delle neoplasie, al loro grado di differenziazione e al loro stato recettoriale. Vengono in tal modo rese possibili performance sempre più raffinate, evidenzianti lesioni minime, con definizioni ultraprecise, onde si è giunti a parlare di *imaging molecolare*.

Taluni tecnologi biomedici, per sottolineare la possibilità di prestazioni in tempi brevissimi, con predittività sempre maggiore e con sempre minor disagio per i soggetti sottoposti a indagine, arrivano a parlare di "tagliando del sano", proponendo, attraverso tale rinnovata analogia tra il corpo umano e una macchina, l'adozione su vasta scala della metodica come procedura ordinaria di routine preventiva.

Per effetto della rivoluzione compiuta sempre all'insegna della fisica e in conseguenza delle sue più recenti sofisticazioni tecnologiche, mutano un'altra volta le identità professionali. Il sempre maggior arricchimento del patrimonio scientifico-tecnico della radioterapia antineoplastica porta a un irreversibile differenziarsi della figura del radioterapista in quella del clinico oncologo. Nello stesso ambito professionale, il progresso dei sistemi televisivi, della scienza dei materiali, delle tecniche invasive mediate da sonde, fibre e filtri, assegna oggi un posto stabile all'eidologo interventista e superspecialista, capace per esempio di riaprire arterie occluse (come le coronarie tramite l'angioplastica), di chiuder territori patologicamente aperti (come certi tumori tramite l'embolizzazione), di applicare pompe infusorie selettive, di posizionare tubi di drenaggio che vicariano condotti viscerali divenuti impervi.

La rivoluzione tecnologica trascende la meccanica. La bionica è il prolungamento naturale della biologia. Suoi campi d'azione, oltre all'elaborazione di segnali e d'immagini di cui s'è detto, sono la loro trasmissione a distanza o "telematica", la modellistica di sistemi biologici, la strumentazione biomedica, lo studio di biomateriali. Nuova frontiera è l'*ingegneria genetica*.

Oggi, quasi a sigillare anche nel lessico l'importanza del lungo cammino percorso a partire dalla *technè physisike* dei Greci

fino alle odierne tecnologie biomediche, una nuova disciplina-professione attiene allo status teorico-pratico della fisica in medicina: la *fisica sanitaria*. Essa è nata nell'ambito della prevenzione e protezione dei lavoratori, ed è oggi rivolta anche a obiettivi di politica sociale, miranti a ridurre le dosi assorbite nella popolazione esposta a radiazioni potenzialmente nocive.

Nella realtà sanitaria odierna, dove il campo della disabilità si è dilatato per la numerosità dei fattori di rischio e per gli incrementi di sopravvivenza e longevità (propiziati anche dagli sviluppi della medicina contemporanea), acquistano sempre maggiore rilevanza la biomeccanica e la *cinesiterapia* (Augustus Georgii 1847), teoria motoria e pratica del movimento evolute in età moderna attraverso l'*ars gymnastica* (Venezia 1569) di Girolamo Mercuriale, la *orthus paedica* (Parigi 1741) di Nicolas Andry, la *gymnastique médicale et chirurgicale* (Loscanna 1780) di Samuel Auguste-André Tissot. Esse danno valore d'attualità all'antico aforisma *ubi motus, ibi vita*.

Oggi lo svantaggio di vita o handicap, che nasce dall'impatto della disabilità con le barriere socioambientali, richiede una "riabilitazione" modernamente intesa, che ha per interpreti protagonisti il *fisiatra* e il *fisioterapista*, figure professionali che, di nome e di fatto, comprovano ulteriormente il sempre più stretto rapporto tra fisica e medicina!

2

CHIMICA E MEDICINA

La chimica, diversamente dalla fisica di cui abbiamo visto rimontare le origini almeno fino all'antica Grecia, è generalmente considerata una scienza tipicamente moderna, il cui oggetto si definisce e configura a partire dal XVII secolo. Non a caso, *l'evoluzione del pensiero chimico*, in un testo recante tale titolo e contemplante principi, metodi e tecniche applicative inerenti a questa scienza, considera lo svolgimento di essa *dal Seicento ai giorni nostri*,¹ fissando la nascita dei suoi fondamenti concettuali, dei suoi sviluppi operativi e dei suoi aspetti istituzionali – in breve, della sua autonomia teorico-pratica – proprio nel secolo della cosiddetta “rivoluzione scientifica”.

È tuttavia un *topos* classico della storia “dalla magia alla scienza”² l'attenzione portata dagli studiosi al percorso compiuto verso la chimica dall'alchimia medievale, da taluno ritenuta come l'antenata o l'anticamera della chimica stessa. In realtà, questo passaggio, tutt'altro che semplice e lineare, non è affatto scontato.

L'alchimia evoca immagini remote fuori da ogni logica prettamente scientifica. Attraverso l'etimologia della parola è possibile risalire a età lontane individuando nel termine greco *chymica* l'“arte di mutare i metalli” (tramite fusione, colatura, saldatura, formazione di leghe) e nel termine arabo *al-kemi* l'“arte nera” egizia, coltivata nello stesso campo almeno dall'epoca ellenistica, soprattutto nel Museo di Alessandria, in Egitto.

In età medievale l'arte alchemica ha assunto ancor più le caratteristiche di una ricerca esoterica, basata su nozioni “er-

metiche", trasmesse per via iniziatica. La trasmutazione dei metalli si è caricata di significati simbolici, rispecchiando nell'oggetto dell'alchimia la metamorfosi psicologica del soggetto secondo "un processo psichico a decorso parallelo, che" – al dire di Carl Gustav Jung – "poteva con facilità venire proiettato nella chimica sconosciuta della materia".

Fuori da una epistemologia rigorosamente oggettivante, l'alchimia medievale è stata però legata a una trasformazione delle sostanze finalizzata anche a ottenere medicinali; inoltre, si è legata alla ricerca insistente della "pietra filosofale" o elisir di lunga vita, al fine di prostrarre la giovinezza, ritardare la vecchiaia, preservare la salute, allontanare la morte: tutti scopi, come si vede, squisitamente medici, condivisi dalla tecnomedicina contemporanea!

Ciò induce a ricapitolare gli apporti forniti alla farmacopea da parte degli alchimisti e a rammentare il costituirsi, fino all'età rinascimentale, di una medicina alchemica, a modo suo innovatrice. Nel suo lungo percorso l'alchimia cessa d'essere – sempre al dire di Jung – "una scienza cosmologica e una tecnica soteriologica", con fine di onniscienza e di salvezza, per diventare una chimica embrionale o *protochimica* che, attraverso una tecnologia fatta di storte, alambicchi e fornaci, tende al superamento del principio aristotelico dell'immutabilità delle specie e delle sostanze e approda al rinnovamento delle pratiche terapeutiche.

In questo affrancarsi dell'alchimia dal suo retaggio mistico-magico svolgono ruoli di pari importanza l'opera *De re metallica* del sassone Georg Bauer, ovvero Georgius Agricola (1494-1555), teorizzante un sapere alchemico non più iniziatico ed elitario ma, diremmo quasi, democratico in quanto sperimentalmente acquisito e universalmente controllabile, e l'opera pressoché coeva del senese Vannoccio Biringuccio (1480-1539), intitolata *Pirotechnia*, "arte del fuoco" non più imitativa della natura (*ars imitatio naturae*), ma trasmutativa di questa a propria immagine e somiglianza (*natura imitatio artis*).

In tale accidentato percorso di affrancamento, il ruolo di

gran lunga più importante spetta, però, all'elvetico Paracelso, pseudonimo di Philipp Theophrast Bombast von Hohenheim (1493-1541), figura bifronte – mago rinascimentale e scienziato premoderno – capace tuttavia di elaborare concetti nuovi e di favorire la gestazione di una *chemiatria* fatta di inediti farmaci. Se per un verso è un "alchimista d'idee" ad alto tasso di fantasiose astrattezze, per altro verso è un "alchimista di cose" che rifugge da fantasticherie e astruserie e sta saldo con i piedi per terra. In altri termini, non è solo o non tanto un alchimista "pansofico", che si crede in possesso di un sapere onnicomprensivo e onniesplicativo, ma è anche o soprattutto un alchimista "spagirico", che sa operare con la propria arte nel grande laboratorio della natura.

La sua *arte spagirica* (dal greco *spao*, "estraggo", e *ageiro*, "raccolgo") è una analisi-sintesi che si modella sulla "estrazione" dei metalli operata dai minatori e sul "raccolto" dei prodotti della terra operato dagli agricoltori. Grazie a tale sintesi, la medicina può ambire a essere una "agricoltura di uomini", fruibile su vasta scala, e insieme una "alchimia metallurgica", produttiva di rimedi efficaci. Potrà giovare, in futuro, di una "terapia chimica" totalmente differente dalla improduttiva e inefficace farmaceutica tradizionale.

"Farmaco" viene dal greco *pharmakon*, che vuol dire "veleno". Ogni farmaco, ad alte dosi, è un veleno; ogni veleno, a giuste dosi, è un farmaco. Secondo Paracelso, i veleni sono gravi e sedimentano, i farmaci sono volatili perché "non posseggono corpo alcuno, sono *caos*". Da qui verrà il concetto di *gas*. Per Paracelso, alla "materia" di nero carbone, *al-kobl*, simile al tartaro che incrosta le botti (e che incrosta la vescica nel "mal della pietra" o le articolazioni nel reumatismo), fa riscontro lo "spirito" di vino nero, da cui verrà il concetto di *alcol*.

La paracelsiana protochimica del cosmo contempla tre matrici – *tria prima* – contrapposte ai quattro elementi primordiali della tradizione. Esse sono il sale, il mercurio, lo zolfo. Sul piano speculativo, il sale è il principio della coesione e della resistenza al fuoco, propria del "corpo" che, bruciato, si riduce a cenere incombusta; il mercurio è il metallo inafferrabi-



le, "mercurio dei filosofi" o "argento vivo", fluido simbolo della "vita"; lo zolfo è il depositario dell'inflammabilità, della fiamma dell'"anima". Sul piano operativo, il sale, sciolto in acqua al modo che la natura stessa fa nelle acque minerali, serve a lavare e medicare le ferite (e sarà la soluzione fisiologica delle future fleboclisi); il mercurio, sciolto nell'acqua "regia" e calcinato, dà il "precipitato rosso" che è lo specifico curativo mercuriale della nuova malattia detta "mal francese" (sifilide); lo zolfo, reagendo in ambiente acido con alcool, dà origine all'"acqua bianca" che Paracelso raccomanda nelle affezioni dolorose (e che i posteri chiameranno "etere").

I nuovi farmaci chimici sono dunque i primi "chemioterapici", tratti non solo dai sette metalli – oro, argento, piombo, rame, stagno, ferro e "mercurio del volgo" – corrispondenti ai sette corpi celesti; ma anche da metalli nuovi – arsenico, bismuto, antimonio – che danno luogo a nuovi "composti" (diversi dai "semplici" della farmacopea botanica), rispettivamente arsenicali, bismutici, antimoniali, utili o dannosi come ogni altro farmaco-veleno. Sarà la sperimentazione clinica – la *Experienz* per dirla con Paracelso – a provarne l'utilità oppure il danno.

I risultati della sperimentazione avranno in certi casi – ahimè – tempi lunghi, dilatati da credenze nocive, bloccati da ideologie di retroguardia. Un esempio, fra i tanti: l'antimonio, dopo fusione e raffreddamento in presenza di ferro, si raprende in forma cristallina a struttura stellare, detta "stella di antimonio". Ciò è creduto un segnale eloquente, proprio di una segnaletica magica; tale magismo residuale fa la fortuna farmacoterapica del nuovo metallo, che inizia quella "marcia trionfale dell'antimonio"⁴ destinata a protrarsi fino al XIX secolo, caricandosi di non pochi insuccessi e addirittura di qualche crimine iatrogeno.

Tra luci e ombre, l'impresa di Paracelso è da ritenersi collocata nel terreno dove s'è combattuta una delle ultime battaglie in nome della magia naturale del Rinascimento e insieme una delle prime battaglie in nome della prototecnologia dell'età moderno-contemporanea. In tal senso lo storico Charles

Webster ha scritto che "la prima grande battaglia della rivoluzione scientifica fu combattuta, piuttosto che tra Copernico e Tolomeo [in campo astronomico], tra Paracelso e Galeno [in campo iatrochimico]".³

"La chimica è la chiave della struttura del mondo." Dal Seicento in poi, il chimico "lavora come farmacista o come medico", figure in parte ancora ambigue, spesso intinte e talora intrise di una ciarlataneria peraltro difficile da identificare. "Il chimico-medico e il chimico-farmacista riescono a produrre, mediante l'arte, sostanze identiche a quelle presenti in natura." Dalle loro menti curiose e dalle loro mani abili l'arte chimica emerge in forma sempre più complessa, articolata – a detta del paracelsiano Joseph Du Chesne, ovvero Quercetanus – in "sette operazioni" finalizzate a "dar perfezione a tutte le trasmutazioni".⁴ Tali operazioni spagiriche – calcinazione, digestione, fermentazione, distillazione, circolazione, sublimazione, fissazione – sono le sette aperture in cui la chiave dell'arte deve inserirsi per schiudere la porta d'accesso ai segreti del corpo umano, facendosi *iatrochimica*.

La "iatrochimica" o "medicina chimica", innescata e promossa dalla rivoluzione scientifica del Seicento al pari della coeva e simmetrica "iatromeccanica", ha in comune con quest'ultima, oltre all'impulso promotore, il carattere di *eresia antigalenica* e la medesima matrice filosofica di stampo corpuscolare, particellare, atomistico, che le conferisce il carattere di *eresia antiaristotelica*, a sfondo democriteo, epicureo, lucreziano. Il *De rerum natura* di Tito Lucrezio Caro (98-54 ca. a.C.), che aveva divulgato nel mondo latino la fisica e l'etica di Epicuro, è stato riportato in auge in Italia (1417) dall'umanista Poggio Bracciolini (1380-1459).

Oltralpe la "spagirica" di Paracelso cresce, soprattutto nelle Fiandre e in quella che diventerà la Mitteleuropa, sotto l'ala del paracelsiano medico fiammingo Jean-Baptiste Van Helmont (1579-1644), costretto due volte all'abiura dopo ripetute censure e denunce da parte della Facoltà teologica di Lovanio. Egli è autore di un *Ortus medicinae*, che sarà pubblicato

solo dopo la sua morte, in cui si tratta appunto della "nascita della medicina" partorita dalla *chymia* (chemiatria). A Van Helmont, latinamente Helmontius, oltrechè d'aver riconosciuto l'esistenza del vuoto e la corporeità dei gas, va anche il merito d'aver spiegato la digestione degli alimenti come una trasmutazione degli stessi sotto l'azione di un acido.

In Italia un *Discorso di difesa dell'arte chymica*, scritto dal medico napoletano Leonardo Di Capua (1617-1695), dove l'autore sostiene che la chimica è indispensabile "per la philosophia e per la medicina", cioè non solo per rinnovare e perfezionare quest'ultima, ma anche per comprendere fino in fondo tutti i fenomeni della natura, non è meno osteggiato dell'opera di Van Helmont. Il carattere filosoficamente eretico della neonata scienza chimica è perfino maggiore di quello posseduto dalla rinata scienza meccanica. Si teme che la chimica voglia spiegare in termini di effervescenza – come quella che caratterizza il "mestruo universale" o *alkebaest* (bicarbonato di sodio) – non soltanto la fermentazione della materia, ma anche l'energia dello spirito! Fra iatrochimica e iatromeccanica non mancano ermeneutiche conflittuali: interpretare la digestione in modo meccanico come triturazione da parte di una macina appare in contrasto con l'interpretare la stessa digestione in modo chimico come fermentazione dentro un alambicco o come cozione dentro una padella. Però, il "corpo macchina" e il "corpo provetta" afferiscono entrambi alla stessa concezione eversiva, larvamente o apertamente materialistica.

La chimica è, dunque, al suo nascere, una scienza istituzionalmente osteggiata, che stenta ad aprirsi un varco tra le discipline propedeutiche del sapere medico, bandita per lungo tempo dalle aule universitarie, confinata in botteghe o "officine" che costituiscono i primi "gabinetti d'analisi". Tuttavia, in Inghilterra la iatrochimica è coltivata nientemeno che dai "fisiologi di Oxford",⁸ tra cui il medico Thomas Willis (1621-1675) che descrive il tifo come febbre putrida fermentativa e il vaiolo, nel Seicento imperante, come malattia dovuta a fermentazione ed ebollizione degli umori. La chimica spiega

non solo la fisiologia, ma anche la patologia e la clinica: Thomas Sydenham (1624-1689), anch'egli docente di medicina a Oxford, cura con successo i vaiolosi con il "metodo perfrigerante", antitermico, sostituendo alle bevande bollenti le bibite ghiacciate per contrastare il bollore fermentativo degli umori peccanti.

Tra i fisiologi oxoniensi spicca Robert Boyle (1627-1691), *The Sceptical Chymist*, autore dell'opera omonima nella quale asserisce di aver tratto dalla "filosofia corpuscolare" l'impulso promotore di una ricerca che lo ha portato a definire il concetto di *elemento chimico* e a precisare la differenza tra *miscuglio* e *combinazione*; così questo "scettico" definisce di fatto i cardini concettuali della "chimica moderna" lasciandosi alle spalle suggestioni alchemiche e resistenze filosofiche più tradizionali.

Anche in Francia, paese latino che, come l'Italia, è penalizzato dagli ostacoli ideologici frapposti al decollo istituzionale della chimica, questa inizia già nel primo Seicento il suo faticoso percorso di autoaffermazione. Il medico e farmacista Jean Béguin (1550-1620) apre a Parigi, dove il paracelsismo ha un suo vivaio tra i medici ugonotti, una scuola per l'insegnamento della disciplina: il suo *Tyrocinium chymicum* è volgarizzato nel 1615 con il titolo *Les éléments de chymie*. Vi si legge il desiderio che "i fisici e i medici intendano che i chimici non fanno nulla contro di loro quando stabiliscono altri principi".²

Sempre a Parigi, sessant'anni dopo, il chimico Nicholas Lémery (1645-1715), membro dell'Académie Royale des Sciences, dà alle stampe un *Cours de chymie*, poi tradotto e divulgato in tutta Europa. Scrive che, "se ci si vuole avvicinare il più possibile ai veri principi della natura, non si può prender strada più sicura di quella della chimica".³ Questa ha il compito di dare ai medici indicazioni sperimentali onde possano agevolmente e senza ambiguità procedere alla preparazione di farmaci utili.⁴

Il XVIII secolo si apre con l'idea di dover fare, nel campo della chimica, quel che Isaac Newton (1642-1727) ha fatto nel campo della fisica con i suoi *Philosophiæ naturalis principia*

mathematica (comparsi nel 1687 e ripubblicati con significativi mutamenti e aggiunte in seconda edizione nel 1713, quella che contiene il celebre "Scolio generale" in cui il matematico e "filosofo naturale" ridefinisce la sua stessa concezione di Dio garante dell'ordine universale). Il newtonianesimo del Settecento maturo è una ideologia scientifica pienamente recepita nel *Dictionnaire de chymie* pubblicato a Parigi nel 1766 e dovuto alla penna di Pierre-Joseph Macquer (1718-1784). Questi afferma che l'attrazione (newtoniana) "è una proprietà essenziale della materia così come l'estensione" (cartesiana), onde la legge di attrazione universale scoperta da Newton e valida per i corpi (a livello macroscopico) è da ritenersi valida anche per i corpuscoli (a livello microscopico).

Se è vero che una scienza acquista piena autocoscienza quando riflette sulla propria storia, è fuor di dubbio che il *Dictionnaire* di Macquer certifichi a metà Settecento il compiuto conseguimento, da parte della chimica, dell'autonomia scientifico-disciplinare. L'autore, nell'"Avvertimento preliminare" premesso al dizionario, abbozza infatti un "compendio storico" della scienza chimica, che egli fa risalire – guarda caso – a Paracelso, cui riconosce "il calore e l'animosità che diede ansa maggiore alla chimera [chimica] della medicina universale". Dopo Paracelso, furono in molti ad aver "fatta della chimica una pretesa scienza": "i loro libri furono riempiti ben tosto di ricette per fare l'oro potabile, gli elixir della vita, le panacee". Tuttavia, "il focoso e intraprendente Paracelso osò di aprirsi una nuova via nell'arte di guarire". "Vi ebbero dunque da allora due classi di chimici": da un lato i "perditempo" dietro alcune paracelsiane "follie", dall'altro i moderni "stimabili chimici".¹²

Tra questi ultimi, veri fondatori della protochimica applicata alla medicina, Macquer annovera Andreas Libavius, ovvero Libavio, i cui *Opera omnia medico-chymica* (1615) fecero da battistrada al *De ortu et progressu chymiae* (1668) di Ole Borch, Borrichius, e all'*Hippocrates chymicus* (1668) di Otto Tackenius o Tachenius. Ma l'autore del dizionario nomina sopra tutti Johann Joachim Becher, Beccherus, "il cui genio", scrive, "sembra aver scoperto la moltitudine immensa dei fenomeni chimi-

ci".³³ Sono tutti medici chimici mitteleuropei (solo Borch è danese) ai quali si aggiunge l'italiano Jacopo Bartolomeo Beccari (1682-1766), medico bolognese titolare nel 1737 della prima cattedra di chimica istituita nella penisola.

L'attrazione microscopica teorizzata da Macquer è l'"affinità chimica", che traduce in termini scientifici moderni il concetto di "simpatia" elaborato, nell'ambito della *naturalis magia* rinascimentale, da medici insigni quali Girolamo Cardano (1501-1576) e Giambattista Della Porta (1535-1615). Essa precorre il concetto scientifico contemporaneo di "affinità molecolare".

Dal newtonianesimo applicato alla chimica è direttamente influenzato il medico magdeburghese Georg Ernst Stahl (1660-1734), discepolo di Becher, professore nell'Università di Halle e fondatore di una *Theoria medica vera* (Halle 1707) contemplante il "vitalismo" della materia e l'esistenza di una sostanza animatrice, capace di rendere i corpi infiammabili, da lui detta *flogisto*. "Flogosi" è ancor oggi, in medicina, sinonimo di "infiammazione".

"Il termine *phlogistos*, come aggettivo che significa infiammabile, è già presente in Sofocle e Aristotele." Esso era lo zolfo o principio di combustione di Paracelso. "*Flogisto* è una di quelle parole che è collocabile in un ampio elenco che comprende le sfere celesti, le anime motrici dei pianeti, l'*impetus* come una sorta di motore interno, i vortici cartesiani, il calorico, il seme femminile, l'aura spermatica, il magnetismo animale, la forza vitale in fisiologia, l'etere luminifero, l'elettrone nucleare. Anche di entità di questo tipo è ricca la storia della scienza."³⁴

Il "flogisto" è ritenuto trasmissibile da un corpo all'altro tramite l'"affinità". Newton dà la mano a Stahl: la teoria fisica dell'uno e la teoria medica dell'altro sono le matrici congiunte della chimica settecentesca, come riconosce l'estensore della voce "Chimie" dell'*Encyclopédie*, dov'è scritto che "lo stahlianesimo operò nella chimica la stessa rivoluzione che le riflessioni di Pierre Louis Moreau de Maupertuis, il naturalista divulgatore in Francia del pensiero di Newton, operarono nella fisica facendoci ricevere il newtonianesimo".

Un apporto cospicuo all'incremento dei rapporti tra chimica, fisica e medicina, dando a quest'ultima nuove basi fisico-chimiche sulle quali costruire inedite interpretazioni dei processi vitali e in prospettiva nuovi farmaci in grado d'ingrannarsi in tali processi, è fornito dal citato Hermann Boerhaave, professore nell'Università di Leida di una tetrade di discipline: nell'ordine, anatomia, botanica, clinica, chimica. Per questa pluricompetenza è la massima autorità del pre-illuminismo medico, salutato come *totius Europae praeceptor*. Nei suoi *Elementa chymiae* sostiene che il "flogisto" non è altro che il prodotto dell'attrito tra il fuoco inteso come "elemento" tradizionale e l'"alimento" del fuoco inteso come ingrediente combustibile della materia.

Nel Settecento, Edimburgo contende a Leida la palma del maggior centro universitario europeo dove fioriscono le maggiori ricerche. È a Edimburgo che lo scozzese Joseph Black (1728-1799) pubblica nel 1756 i suoi *Experiments upon Magnesia Alba*, nei quali dà notizia di avere ottenuto, da vari trattamenti della pietra calcarea, la calce viva e un gas da lui chiamato "aria fissa", perché suscettibile di essere "fissato" in forma solida dalla magnesia calcinata. Tale gas, corrispondente al *gas sylvestre* ipotizzato da Van Helmont, è l'anidride carbonica, il "soffio mortale" che spegne la fiamma in ambienti dove l'animale non sopravvive.

Da qui si sviluppa ulteriormente, con progressione geometrica, l'interesse medico-scientifico per la chimica, finalizzato non solo alla ricerca e sperimentazione di farmaci inediti, ma anche alla investigazione e alla comprensione in modi nuovi di processi fisiologici, quali *in primis* la respirazione. Se la circolazione era stata compresa, un secolo prima, in modo meccanico, la respirazione viene compresa, nel Settecento, in modo chimico.

Nelle stesse isole britanniche, nel solco culturale dell'empirismo anglo-scozzese (cui non era mancato, a suo tempo, l'apporto empirista e "settico" dell'irlandese Robert Boyle), l'inglese Henry Cavendish (1731-1810) pubblica nel 1766 uno studio sulle proprietà dell'"aria infiammabile" (idrogeno), da lui riconosciuta come sostanza a sé stante. Un suo discepolo, Daniel Rutherford (1749-1819), compie nel 1772 un esperi-

mento in cui elimina dall'aria tutti i gas suscettibili di essere rimossi per combustione e dà al gas residuo il nome di "aria metafica" (azoto). Due anni dopo, nel 1774, l'ecclesiastico britannico Joseph Priestley (1733-1804), prestigioso ma perseguitato esponente del Dissenso politico e religioso, sottoponendo all'intenso calore emanato da un ampio specchio ustorio varie sostanze, ottiene da queste un grande numero di gas, prima sconosciuti, tra cui un "gas più puro dell'aria", ottenuto per combustione del "precipitato rosso" di Paracelso. Tale gas, misurato e valutato mediante un apparecchio da lui costruito e detto *eudiometro*, ovvero "misuratore della bontà dell'aria", è da Priestley chiamato "aria deflogisticata": si tratta dell'ossigeno, il "soffio vitale" che fa brillare più vivida la fiamma in ambienti nei quali l'animale vive perfettamente a suo agio.

Contemporaneamente a Rutherford e a Priestley, lo svedese Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) studia e separa fra loro i due componenti – ossigeno e azoto – dell'aria respirata, compie ricerche su nuovi metalli e mette a punto composti di grande interesse sia fisiologico sia farmacologico, quali gli acidi formico, lattico, citrico, urico e il "principio dolce degli oli", cioè la glicerina.

Siamo in piena Età dei Lumi, anche in campo chimico! A far piena luce è il francese Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), il vero fondatore della chimica moderna, alla quale arreca contributi teorico-sperimentali della massima importanza. La sua intensa attività di ricercatore e scienziato copre un arco di tempo trilucente che va dall'*Essay sur la nature de l'air* del 1772, in cui interpreta la combustione dello zolfo e del fosforo come il risultato della combinazione di tali elementi con l'"aria respirabile", al *Mémoire* del 1779, in cui conferisce a quest'aria il nome *oxygène*, e alla *Méthode de nomenclature chimique* del 1787, in cui dà agli acidi e agli alcali nomi in base ai loro elementi, e ai sali nomi in base ai loro costituenti acidi o alcalini.

Ma l'anno decisivo è il 1789, lo stesso "anno grande" nel quale ha inizio la Rivoluzione francese. Con sincronismo politico-scientifico, l'evento rivoluzionario batte sul quadrante

della storia all'unisono con la cosiddetta "rivoluzione chimica", inaugurata dalla pubblicazione parigina del *Traité élémentaire de chimie*, aperto da Lavoisier con la seguente affermazione: "La Chimica, sottoponendo a esperimenti i vari corpi che esistono in natura, mira a scomporli in modo tale da poter esaminare separatamente le diverse sostanze che entrano nella loro composizione", così da permettere di ricavare "una tavola delle sostanze semplici che appartengono a tutti i regni della natura [ivi dunque compresi quelli vegetale e animale] e che si possono considerare gli elementi dei corpi".

Il "trattato" di Lavoisier "rappresenta per la chimica ciò che i *Principia* di Newton sono per la fisica".¹³ Qui è la legge della conservazione della materia, onde in ogni reazione chimica il peso dei corpi reagenti è uguale al peso dei corpi a reazione avvenuta: "In natura nulla si crea e nulla si distrugge, ma tutto si trasforma".

Quanto alla chimica della respirazione, Lavoisier dimostra che questa consiste nella produzione dell'"aria fissa" di Black (CO_2) e nel consumo dell'"aria deflogisticata" di Priestley (O_2). La sintesi conclusiva del procedimento interpretativo di questo importante settore della scienza chimica del Settecento coincide con la morte di Lavoisier, ghigliottinato sotto il Terrore nel 1794.

L'Ottocento che s'apre è il *Grand Siècle* delle "magnifiche sorti e progressive", tali anche nel campo della medicina e della chimica. Nei rapporti tra l'una e l'altra si assiste al sempre più marcato delinearsi e differenziarsi dell'indirizzo fisiopatologico, con interpretazione delle funzioni e disfunzioni organiche per mezzo della "chimica della vita", e dell'indirizzo farmacologico, con ricerca e sperimentazione di farmaci di inedita concezione e confezione.

Mentre la scienza chimica di base scopre nuovi elementi mediante elettrolisi¹⁴ e acquista nuove leggi che governano le combinazioni e proporzioni atomiche,¹⁵ la chimica farmaceutica compie il passo decisivo per l'isolamento dalle piante medicinali dei "principi attivi" depositari dei vari effetti terapeutici.

Dall'oppio viene ricavata la morfina (Friedrich Wilhelm Sertürner, 1807); dal tabacco viene separata la nicotina (Louis-Nicolas Vauquelin, 1809); dalla china viene isolata la chinina (Pierre-Joseph Pelletier, Joseph Bienaimé Caventou, 1820). Dalla noce vomica viene ottenuta la stricnina, e la caffeina dal caffè; più tardi, la teobromina dal cacao e la teofillina dal tè. Tutte queste sostanze, chimicamente caratterizzate da comportamento alcalino, sono denominate nel 1821, da Karl Wilhelm Meissner, "alcaloidi". A questi si affiancano i "glucosidi", così detti perché scindendosi danno luogo, come prodotto secondario, a glucosio: tali sono la salicilina, isolata nel 1839 dal salice, e la digitalina, isolata negli stessi anni Trenta dalla digitale purpurea, già studiata a fine Settecento da William Withering (1741-1799).

Nello stesso arco di tempo Justus von Liebig (1803-1873), attivissimo nel proprio laboratorio di Giessen in Assia, affronta il duplice problema della distinzione della chimica in "organica" e "inorganica", e delle trasformazioni a cui vanno incontro le sostanze organiche nei processi di nutrizione e di malnutrizione. Del 1842 è il suo scritto su *La chimica animale o chimica organica nelle sue applicazioni alla fisiologia e alla patologia*. Oltre al "bilancio materiale" degli alimenti (già investigato a partire dagli esperimenti seicenteschi di Santorio), egli indaga il bilancio nel vivente tra le azioni e reazioni organiche, prefigurando la nozione di "bilancio energetico". Il complesso dei suoi lavori costituisce il prestadio degli studi sul metabolismo e della nascente *biochimica*.

Oltreché *teorica*, le ricerche di Liebig hanno grande importanza *pratica*, facendo della chimica la scienza fondativa dei progressi in agricoltura (fertilizzanti), nell'industria (coloranti) e in medicina (nuovi farmaci). Applicazioni ed enunciati sono da lui riassunti nelle *Lettere chimiche* del 1844, dove conclude la propria opera in perfetto concordismo tra scienza e fede, affermando che la conoscenza chimica della natura è fonte della conoscenza di Dio e che "il mondo è tutto opera della Divina Provvidenza".¹⁵

Chimica della vita, chimica organica, biochimica: la scienza ora si applica alla sintesi in laboratorio di sostanze che fino ad allora si ritenevano prodotte soltanto da organismi viventi. Partendo dagli stessi elementi – idrogeno, ossigeno, azoto, carbonio – che sono alla base delle ricerche di chimica organica compiute da Liebig, Friedrich Wöhler (1800-1882) ha sintetizzato nel 1831 l'urea, presente tra le sostanze escrete con l'urina. Un composto organico, elaborato dall'organismo vivente, è ottenuto in laboratorio, a partire da materiale non vivente. Dalla materia inerte o bruta può dunque essere creata, artificialmente, la vita? La risposta positiva all'interrogativo si presta a contestare la concezione spiritualistica e creazionistica di Liebig.¹⁹

L'idea rivoluzionaria che dalla materia possa crearsi la vita ha però scarsa risonanza, al di là delle polemiche ideologiche, poiché l'urea non è tanto un prodotto di processi vitali quanto un prodotto del loro degrado: proprio in quanto tale viene escreto, eliminato dall'organismo. Tuttavia, la scoperta di Wöhler mostra vera l'intuizione per cui, ferma restando la distinzione fra chimica organica e chimica inorganica, tra le sostanze fatte oggetto di studio dall'una e dall'altra branca non esiste una differenza sostanziale. Le leggi di natura che le governano sono le stesse, con il corollario che la sintesi dei composti organici, elaborati in organismi viventi, può avvenire senza l'intervento di alcuna metafisica "forza vitale", così cara a "vitalisti" come lo stesso Liebig.

Processi tipici dei viventi, riprodotti in laboratorio, sono per esempio la fotosintesi e la *fermentazione*. Louis Pasteur (1822-1895) è un chimico che, dagli studi relativi alla struttura atomica tridimensionale e alla simmetria molecolare stereochimica, si volge a ricerche sui lieviti o fermenti che trasformano lo zucchero in alcol.

Prima di lui, la fermentazione era ritenuta un processo conseguente all'azione chimica di sostanze inerti in decomposizione. Pasteur mostra che si tratta, invece, di un processo vitale. Le stesse sostanze sono *fermenti vivi* che si nutrono, oltre-

ché di zucchero, di ossigeno (aerobiosi), moltiplicandosi e producendo alcol. Però, la quantità d'alcol prodotta è molto maggiore in condizioni di "vita senz'aria" (anaerobiosi). Ciò sta a significare che senz'aria i fermenti, i quali per vivere hanno comunque bisogno di respirare, prendono l'ossigeno dallo zucchero, liberando l'alcol, che è appunto uno zucchero senza ossigeno.

La fermentazione alcolica, o etilica, costituisce un modello che serve a comprendere la digestione degli alimenti. Fermentazione e digestione sono entrambe riferibili alla medesima azione acceleratrice delle reazioni chimiche detta *catalisi*.²⁰ L'azione catalizzatrice sarà riferita ai fermenti denominati nel 1876 da Wilhelm Kühne (1837-1900) *enzimi*, dal greco *en zyme*, cioè "in fermento".

Oltre alle fermentazioni etilica e acetica, utili ambedue all'industria alimentare del vino e dell'aceto, Pasteur studia la fermentazione lattica, che servirà a comprendere la fisiologia della contrazione muscolare, e la fermentazione butirrica, apparentata alla *putrefazione* propria delle sostanze organiche senza più vita. Le ricerche di Pasteur indicano che tale proprietà non è intrinseca, ma dovuta all'azione esercitata sulle sostanze stesse da *germi vivi*, presenti nell'ambiente. La "teoria dei germi" viene enunciata da Pasteur nel 1857.

La digestione, reinterpretata chimicamente al pari della respirazione, s'è rivelata come processo non meramente chimico, ma biologico. Simile, sotto certi aspetti, si rivela la putrefazione, che la pasteuriana teoria dei germi riconduce a quelle particelle di materia vivente che, prima ancora di essere osservate e identificate al microscopio, vengono dette *microbi*. All'insegna della chimica nasce la *microbiologia*.

Questa "chimizazione" della biologia è parallela, e pressoché sincrona, alla "fisicalizzazione" della chimica. Mentre la chimica organica si assesta sulle proprie basi teorico-sperimentali assicurando entro leggi e schemi consolidati ogni presente e futura configurazione dei propri composti,²¹ si sviluppa in Europa una messe di studi sistematici sui rapporti tra

la composizione chimica dei corpi e le loro proprietà fisiche. Vengono in tal modo acquisite le prime conoscenze della futura *chimica fisica*.²⁷

A questo punto, nel pieno meriggio della chimica ottocentesca, ma in margine dell'albeggiare della chimica biologica e microbiologica da un lato e della chimica fisica dall'altro, si assiste al fatto che la figura del chimico – docente, ricercatore, scienziato –, già resasi autonoma da quelle del medico e del fisico, pur serbando tale acquisita autonomia, tuttavia tende a riorientarsi sia verso la fisica, di cui assume modelli, metodi e oggetti di studio, sia verso la medicina, di cui condivide gli scopi applicati allo studio dei costituenti e dei meccanismi cellulari nonché alla ricerca di nuovi "principi attivi" da utilizzare in campo farmacoterapico.

Per opportunità espositiva teniamo distinti e seguiamo separati i due diversi orientamenti, con i relativi svolgimenti cronologici. La "fisicalizzazione" della chimica approderà alla *chimica molecolare*; ma prima permette d'indagare, con tecniche sofisticate (cromatografia, ultrafiltrazione, precipitazione frazionata, elettroforesi), le macromolecole del plasma sanguigno, dei pigmenti, degli enzimi, giungendo "a disegnare una anatomia molecolare del vivente, ma anche una sua fisiologia, ovvero una mappa delle relazioni funzionali e dinamiche che legano tra loro le strutture molecolari. Essa s'impegna a decifrare le centinaia di reazioni chimiche che avvengono a tappe in ogni cellula [...]. Questa mappa costituirà la trama del metabolismo".²⁸

Vie metaboliche sono state aperte ed esplorate, nella prima metà del Novecento, nei campi ormonale, vitaminico ed enzimatico. Il premio Nobel per la medicina tocca nel 1910 a Albrecht Kossel (Germania) "in riconoscimento dei contributi resi alla conoscenza della *chimica cellulare*"; nel 1923 a Frederick Grant Banting e John James Rickard Macleod (Canada) per la scoperta dell'"ormone" (concetto definito da Ernest Starling nel 1905) secreto dalle *insulae* del pancreas endocrino ("insulina"); nel 1929 a Frederick Gowland Hopkins (Gran Bretagna) per la scoperta di alcune "vitamine" (nome

coniato da Kazmierz Funk nel 1911); nel 1931 a Otto Heinrich Warburg (Germania) "per la scoperta della natura e della modalità di azione degli enzimi respiratori".

Il filone metabolico-enzimatico vede premiati nel 1947 i coniugi praguesi Gerty Theresa e Carl Ferdinand Cori assieme all'argentino Bernardo Alberto Houssay per i loro studi sul ciclo del glicogeno muscolare quale fonte di energia chimica; nel 1953 Hans Adolf Krebs (Germania) per la scoperta del ciclo dell'acido citrico, e Fritz Albert Lipmann (Stati Uniti) per la scoperta del coenzima A; nel 1955 Axel Hugo Theodor Theorell (Svezia) per aver definito il ruolo reciproco di enzimi e coenzimi.

Infine, il 25 aprile 1953 è un giorno cruciale per le scienze della vita: la rivista *Nature* pubblica una figura emblematica che riproduce l'immagine di "doppia elica" della struttura del DNA (acido desossiribonucleico), costituente dei cromosomi nucleari, a loro volta costituiti dai geni depositari dell'informazione genetica. La figura è inserita in un lavoro scientifico, firmato da James Dewey Watson e Francis Harry Compton Crick. La lettura in chiave biochimica della teoria cromosomica dell'eredità tiene a battesimo la *genetica molecolare*, substrato materiale della "logica del vivente".²⁴

Non è che il primo passo del dialogo fra biochimica e genetica. Dopo l'assegnazione del Nobel nel 1962 ai due autori citati (premio condiviso con Maurice Hugh Frederick Wilkins),²⁵ il Nobel tocca nel 1965 a André Lwoff, François Jacob e Jacques Monod "per le scoperte sul controllo genetico delle sintesi di enzimi e virus", gli uni e gli altri strutturalmente affini ai geni cromosomici.

Quanto al filone chimico-farmaceutico, "la vera novità dell'Ottocento in campo farmacologico è la nascita di medicinali per *sintesi chimica*: non più estratti di sostanze vegetali o minerali esistenti in natura, ma composti costruiti artificialmente in laboratorio, in grado di svolgere un'azione farmacoterapica selettiva ed efficace sull'organismo malato. Questa ri-

voluzione farmacologica avvia il processo di industrializzazione della produzione farmaceutica [...]. I paesi di cultura e lingua tedesca, Germania e Svizzera, sono quelli in cui, per il concorrere di molteplici fattori (presenza di una importante industria chimica, disponibilità di notevole capitale economico, favorevole spirito imprenditoriale, innovativa visione medico-biologica), questa industria si sviluppa come continuazione o filiazione di quella chimica dei coloranti".⁶⁶

In Germania il francofortese Paul Ehrlich (1854-1915), che nel 1882 ha permesso ai medici di scavalcare la diagnosi clinica di tifo con la diagnosi chimica della malattia mediante diazoreazione, nel 1892, ha dato ai suoi studi sul siero del sangue il crisma di denominare "anticorpi" i componenti serici (plasmatici) prodotti dagli agenti microbici interpretati come "antigeni". Per tali ricerche ha ricevuto nel 1908 il Nobel, assieme a Il'ja Il'ic Metchnikov, "in riconoscimento del suo lavoro sul sistema immunitario".

Però, il suo merito maggiore è quello di essere l'artefice degli "arsenobenzoli", composti arsenicali aromatici destinati a lungo (sino all'avvento della penicillina) a restare i soli farmaci chemioterapici dotati di efficacia contro la sifilide. Dopo prolungate e pazienti ricerche di laboratorio, saggiando il grado di tossicità di numerosi composti, Ehrlich è giunto nel 1906 a sintetizzare una polvere di color giallo oro – il composto 606 della serie sperimentale – denominata "Salvarsan 606" e dotata di elevata attività germicida e di tossicità molto bassa. Efficace e ben tollerato, il farmaco chimico è il proiettile che va a bersaglio contro l'agente microbico della sifilide e che, perfezionato nel 1914 in "novarsenobenzolo" ("Neosalvarsan"), promette di realizzare quella *therapia magna sterilisans* ch'era stato l'obiettivo inseguito e mai raggiunto dalla farmacoterapia ottocentesca.

"Il mio programma" – scrive Ehrlich – "consiste in questo: ricavare da sostanze dotate di una certa efficacia degli omologhi o derivati di specie svariatissime; saggiare l'azione di ciascuno e, in base ai risultati così ottenuti, cercare di arrivare a medicinali sempre migliori."⁶⁷ Nel programma è reso espli-

cito il tripode basilare – ricerca chimico-farmacologica, farmacologia sperimentale, farmacologia clinica – dell'odierna *chemioterapia*.

Nell'arco del Novecento la chimica si copre di infinite benemeritenze facendosi protagonista della *rivoluzione farmacoterapica*. Nel 1932 un colorante – il “prontosil rosso” – si rivela dotato di un'azione germicida che fa guadagnare allo scopritore di tale effetto “antibatterico”, il tedesco Gerhard Domagk, il Nobel nel 1939. Il farmaco è il capostipite della serie dei *sulfamidici*, precursori della serie dei farmaci a effetto “antibiotico”, inaugurata dalla *penicillina*, scoperta nel 1929 dall'inglese Alexander Fleming e perfezionata negli anni Trenta dai connazionali Ernst Boris Chain e Howard Walter Florey, tutti e tre premiati col Nobel nel 1945.

Sulfamidici e penicillina, oltreché pilastri portanti della stagione rivoluzionaria che va a iniziare, sono modelli di sviluppo della ricerca nei campi rispettivamente della chimica organica, attraverso la farmacologia di sintesi, e della microbiologia, attraverso la chimica biologica. L'assegnazione dei premi Nobel rispecchia puntualmente questa duplice tendenza: nel 1950 Edward Calvin Kendall, Philip Showalter Hench e Tadeusz Reichstein (Stati Uniti) ricevono il premio “per le loro scoperte sugli ormoni della corteccia surrenale” e nel 1952 Selman Abraham Waksman (Stati Uniti) riceve il premio “per la scoperta della streptomicina”.

“La chimica guarisce”,²⁸ è l'affermazione perentoria dello scienziato italo-svizzero Daniel Bovet, Nobel nel 1957 per le sue realizzazioni nel campo della *chimica farmaceutica* – dagli antistaminici ai curari di sintesi – ottenute nei laboratori del romano Istituto superiore di sanità. La stagione annovera altri acquisti, dal cortisone agli altri steroidi di sintesi, dagli psicofarmaci (tra cui i “tranquillanti”) ai contraccettivi. La chimica cambia la vita.

L'esplosione della farmacoterapia prosegue con impennata asintotica. Sarebbe troppo lungo, e a questo punto pleonastico, dare conto dei tanti farmaci efficaci, nati da ricerche e scoperte nella seconda metà del XX secolo. Molti di essi recano

nel nome il segno loro impresso dalla chimica di base: alchilanti, betabloccanti, mediatori chimici, anti- H_2 , calcioantagonisti, statine, sali di litio, cisplatino...

Qui basti concludere che i due altri pilastri della chemioterapia, *farmacologia sperimentale* e *farmacologia clinica* (quest'ultima intesa come impiego razionale del farmaco in ambito medico), si sono dati opportunamente una regolamentazione normativa e attuativa al passo coi tempi. Essa attinge alla "farmacovigilanza", che evidenzia gli effetti collaterali negativi e nocivi dei farmaci, alla "farmacoepidemiologia", che valuta in modo statistico l'uso e l'abuso dei farmaci stessi, alla "farmacoconomia", che misura il rapporto tra i costi e i benefici soprattutto per quanto riguarda la spesa pubblica.

La chimica, scienza "neutrale" come ogni altra scienza, incorporata nel farmaco, che per definizione ed etimologia è tanto un medicinale quanto un veleno (a seconda della dose e della modalità di somministrazione), diventa al pari di esso un oggetto non più neutro, ma dotato di valore positivo o negativo, e pertanto da controllarsi con "vigilanza" e da valutarsi in termini di "epidemia", cioè d'impatto nella popolazione, e in termini di "economia", cioè di bilancio tra pregi e difetti della dinamica produttiva e commerciale, con il loro influsso nella società in cui oggi viviamo.

È pertanto pienamente condivisibile la "riflessione finale" secondo cui l'*ambiguità di senso* insita nella parola "farmaco" (che ha riscontro nella parola *drug*, in inglese indicante sia il medicinale sia la droga) è una sorta di specchio dell'*ambiguità farmacologica* tra la probabile o certa azione benefica e il possibile effetto dannoso; ed è, dall'Ottocento in poi, una immagine speculare dell'*ambiguità costitutiva* tra il "rimedio sanitario efficace e selettivo" e il "prodotto commerciale sottoposto alle rigide regole del mercato e del profitto economico".²⁹

3

BIOLOGIA E MEDICINA

Il nome *biologia* risale a Gottfried Reinhold Treviranus (1776-1837) che lo adottò per la prima volta nel 1802 come neologismo atto a condensare in un solo vocabolo la "filosofia della natura vivente" – *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur* – traendone il significato dal contesto della *Naturphilosophie*, cioè della "filosofia della natura" di stampo metafisico affermatasi nell'ambito culturale tedesco del primo Ottocento, soprattutto per opera del filosofo Friedrich Schelling (1775-1854) e del naturalista Lorenz Oken (1779-1851).

Una trentina d'anni dopo, svolgendo a Parigi il suo *Cours de philosophie positive* (1830-1842), il filosofo Auguste Comte (1798-1857) dava alla "biologia" un ampio spazio nel "sapere positivo", cioè in quel sapere che, rinunciando alla ricerca delle cause, si applicava ai fenomeni, cercando di stabilirne relazioni e leggi. Rilevando che questa "scienza" aveva ormai superato lo "stadio teologico" e lo "stadio metafisico" ed era approdata allo "stadio positivo", Comte metteva in luce le "differenti facce della biologia, cioè la forma, ossia la *morfologia*, la funzione, cioè la *fisiologia*, e la malattia, cioè la *patologia*".¹

Sarebbe fare torto alla storia delle scienze se, prigionieri dei nomi che pure hanno rilevanza storica, ci si limitasse a considerare i rapporti tra medicina e biologia solo a partire dalla nomenclatura moderna di quest'ultima e dall'accezione "positiva" a essa conferita. Poiché *bios* è parola greco-antica che significa "vita", si può parlar di "biologia" già con riferi-

mento a Aristotele (384-322 a.C.), come hanno fatto, senza tema di anacronismi, i curatori delle *Opere biologiche*² appartenenti alla vasta enciclopedia del sapere aristotelico.

Anche *zoon* è parola greco-antica che significa "essere vivente". La scienza degli esseri viventi sarebbe, a rigor di termini etimologici, una "zoologia", avente per oggetti appunto tutti quanti i viventi, dotati rispettivamente di anima vegetativa (i vegetali, contemplati dalla "botanica"), di anima sensitiva (gli animali inferiori), di anima appetitiva e locomotoria (gli animali superiori), di anima razionale (l'uomo). Questa aristotelica *scala dei viventi*, articolata secondo criteri di anatomo-fisiologia comparata, di fisiologia metabolica (*metabole* o "mutamento" è termine aristotelico), di embriologia, di psicofisiologia animale, è interamente contenuta nei dieci libri della *Historia animalium*, nei quattro libri *De partibus*, nei cinque libri *De generatione*, nel *De incessu* e nel *De motu*, nei *Parva naturalia* e infine nei tre libri *De anima*. Trattasi di una *summa* del sapere biologico dove appare manifesta l'influenza della medicina ippocratica. Come questa e con questa, il sapere biologico di Aristotele era predestinato a costituire, per secoli, il paradigma di quella che già possiamo definire "biomedicina".

Anatomia degli organi, fisiologia degli umori, psicologia dei temperamenti, ricambio delle trasformazioni, teoria della generazione sono le dottrine-discipline di cui si compone una scienza vasta e approfondita. Se in ambito anatomo-fisio-psicologico il sapere aristotelico rivela i lasciti di quello ippocratico, nel campo generazionale i due si discostano, però, l'uno dall'altro. Ippocrate, rifacendosi all'atomismo quantitativo di Democrito e alle "omeomerie" qualitative di Anassagora (499-428 a.C.), credeva che ogni più minuta particella del corpo umano emettesse una "sostanza germinale" generativa, di provenienza sia materna sia paterna. Aristotele, invece, reagendo a tale "panspermia", pensa che la madre sia fornitrice della "materia", attraverso il sangue mestruale, e che il padre sia fornitore della "forma", attraverso il seme maschile recante, per così

dire, il marchio di [ri]produzione, cioè un principio dinamico immateriale che oggi diremmo "informativo".

A parte queste e altre divaricazioni, la biologia aristotelica è – come si è detto – direttamente influenzata dall'ippocratismo, nonché da antecedenti o coeve tradizioni naturalistico-mediche. Dalla "Scuola italica" essa riceve apporti consistenti, trasmessi soprattutto da Filolao di Crotona (470-400 a.C.), il filosofo di estrazione pitagorica di cui già abbiamo detto, secondo cui la corporeità dell'uomo è governata da quattro principi animatori: razionale, con sede nel cervello; animale, con sede nel cuore; vegetativo, con sede nell'ombelico; riproduttivo, con sede nel membro genitale. Dalla stessa scuola riceve apporti trasmessi da Filistione di Locri (vissuto nel IV secolo a.C.), filosofo di estrazione empedoclea, che dà risalto alle qualità fondamentali dei quattro elementi cosmici e corporei – secchezza (o solidità) della terra, umidità (e liquidità) dell'acqua, frigidità dell'aria, calidità del fuoco – e al loro armonico equilibrio salutare (o disarmonico squilibrio morboso).

A Filistione era collegato il trattato *Peri cardias*, "Sul cuore", caposaldo della "teoria cardiocentrica" che Aristotele fa propria ritenendo che il cuore – *primum vivens e ultimum moriens* – sia sede non solo del calore vitale, ma anche dell'intelletto. Pure questo è un punto di distacco della biologia aristotelica dal pensiero prevalente nella "Scuola ippocratica"; ma, in generale e specificatamente nei campi anatomofisiologico e psicosomatico, il nesso che lega fra loro il pensiero del padre della biologia e il pensiero del padre della medicina è da ritenersi molto stretto. Lo dimostrano le molteplici tracce nei libri aristotelici di opere appartenenti al *Corpus hippocraticum*, quali quelle sulle "fratture" e sulle "articolazioni", dedicate all'osteologia (morfologica) e alla cinematica (o fisiologia dei movimenti), e quella sulla "natura dell'uomo" (scritta da Polibo, genero d'Ippocrate), dedicata alla fisiologia tetraumorale.

"Nel complesso, però, il maturo atteggiamento di Aristotele nei confronti della medicina è fortemente condizionato dalla netta distinzione di livelli che egli fu il primo a operare fra questa e la biologia." Se l'ippocratico autore dell'*Antica medi-*

cina dichiarava che "una scienza in qualche modo certa della natura non può derivare da nient'altro che dalla medicina", un secolo dopo Aristotele afferma che "i medici che posseggono la loro arte con maggior consapevolezza teorica si rifanno per la medicina alla scienza della natura".⁴

Il rapporto tra medicina e biologia è dunque ribaltato: mentre per i medici ipocratici la biologia è una emanazione o dipendenza della medicina, partecipe del ruolo di *technè* proprio di quest'ultima, per Aristotele essa è una scienza indipendente a livello di *episteme*, cioè di conoscenza ad alto tasso teorico, che non si appiattisce al livello "tecnico" della medicina, pur giovando grandemente alla pratica terapeutica.

Quindi, già in epoca classica una biologia *ante litteram* è da ritenersi fondata *iuxta propria principia*, cioè in modo epistemologicamente autonomo, su basi a un tempo osservative e speculative. La storiografia della scienza biologica, forse nel consapevole intento di colmare un vuoto più che millenario, riempito solo dal biologismo aristotelico e dalle sue elaborazioni scolastiche – *in primis* quelle di Alberto Magno (1206-1280) e di Tommaso d'Aquino (1225-1274) –, ha proceduto ad annettere alla "scienza della vita" anche una "scienza della morte" come l'anatomia, con la giustificazione inconscia che la "rivoluzione anatomica" di Andrea Vesalio (1514-1564), compiuta nell'anno 1543 con la pubblicazione a Basilea dei sette libri *De humani corporis fabrica*, fece da battistrada all'"anatomia viva" (fisiologia) di William Harvey (1578-1657), scopritore del moto circolare del sangue da lui descritto nell'opera *De motu cordis et sanguinis* pubblicata a Francoforte nel 1628.

Ma il salto di qualità o – se si vuole – la cosiddetta "prima rivoluzione biologica"⁵ si caratterizza storicamente con un evento tecnico: l'acquisizione, da parte degli studiosi e curiosi seicenteschi, dell'"occhialino" o *perspicillum* denominato dall'accademico linceo Johannes Faber (1574-1629), nel 1625, *microscopio*. Il "microscopio" è uno strumento per così dire "fi-

losofico", che consente di osservare cose nuove, e cose vecchie in modo nuovo. Tale inedito modo d'osservazione è tecnico-dipendente, ma la visione del nuovo mondo biologico che si apre allo sguardo necessita, prima, dell'*ipotesi* euristica per cui al di sotto della realtà percepibile a occhio nudo esisterebbe una realtà "democritea" conoscibile, strutturata in atomi di materia vivente: una realtà che ha ben poco da spartire con quella descritta da Aristotele e tramandata dai neo-aristotelici. Una teoria anti-aristotelica è la *precondizione* necessaria perché il nuovo metodo *ipotetico-strumentale* approdi alla descrizione della "nuova biologia".

Se il "cannone" ottico - il "cannocchiale" di Galileo Galilei - prolunga il senso della vista verso l'infinitamente grande, facendosi *sidereus nuntius* di una nuova era astronomica, l'"occhialino" di Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723), microscopista olandese costruttore di lenti ottiche, prolunga il medesimo senso verso l'infinitamente piccolo, annunciando una nuova epoca della biologia. "I microscopi ebbero un progresso tecnico più lento di quello dei telescopi. Essi cominciarono a essere veramente utili nell'osservazione attorno al 1660 [...]. I migliori microscopi del tempo di Newton consentivano di scorgere oggetti del diametro di un ventimillesimo di centimetro senza però poterne apprezzare i dettagli. La scala degli oggetti misurabili con precisione dall'uomo era aumentata così, rispetto all'inizio del secolo XVII, di 500 volte."⁵

La prima opera dedicata al microscopio è la *Micrographia* del matematico Robert Hooke (1635-1703), pubblicata a Londra nel 1665, nella quale l'autore non esita a inquadrare nella "filosofia corpuscolare" la propria esperienza naturalistica approdante alla prima descrizione di una *cellula*. In campo anatomico, Marcello Malpighi (1628-1694) coltiva la tecnica "artificiosa e sottile" dei preparati da sottoporre all'indagine microscopica e giunge a descrivere, nel sangue rappreso in coaguli dentro il cuore a formarvi una sorta di polipo (*De polypo cordis*, Bologna 1666), la presenza di "atomi rossi", i globuli, avvaloranti l'idea della struttura corpuscolare della materia vivente. È la nascita dell'"anatomia microscopica".

Nell'Olanda del Seicento, dove l'occhialaio Leeuwenhoek descrive i mille microessereri (protozoi) contenuti in una sola goccia di acqua marina e i mille "animali spermatici" (spermatozoi) contenuti in una sola goccia di liquido seminale maschile, i due medici microscopisti Jan Swammerdan (1637-1680) e Reinier de Graaf (1641-1673) si contendono nel 1672 la priorità della scoperta degli "ovuli" all'interno dei "reticoli femminili", come il danese Niels Stensen, cioè Nicola Stenone (1638-1686), ha chiamato le ovaie.

Nell'Italia del Seicento, dove Malpighi legge l'anatomia con la lente d'ingrandimento nel microscopio, lo speciale Giacinto Cestoni (1637-1718) studia con il nuovo strumento la scabbia o rognia che affligge numerosi pazienti, e dimostra che la malattia non è dovuta, come si credeva, ad acrimonia umorale trapassante la pelle con generazione spontanea in seno a questa di molesti "pellicelli", ma è dovuta all'ovogenerazione di minutissimi bacolini, poi detti "acari" quasi siano "atomi" di materia vivente, annidati in cunicoli scavati nello strato corneo della cute causandovi un doloroso prurito trasmissibile per *contagio*. La dimostrazione è esposta in una lettera "intorno a' pellicelli del corpo umano" scritta nel 1687 dal medico livornese Giacomo Cosimo Bonomo (1663-1696) al medico aretino Francesco Redi (1626-1698), a convalida della teoria di quest'ultimo dell'*omne vivum e vivo*, confutante la dottrina della *generatio aequivoca* o "generazione spontanea", secondo cui la vita invece nascerebbe spontaneamente dalla materia in putrefazione.

La nuova teoria è anche la convalida sperimentale, centotrent'anni dopo, del *contagium vivum seu animatum* dovuto ai "semi di pestilenza" (*seminaria*) ipotizzati, quali atomi di materia biologica trasmissibile, nell'opera *De contagione et contagiosis morbis* del medico veronese Girolamo Fracastoro (1478-1553), pubblicata a Venezia nel 1546.

Nella "embriologia sciecentesca", peraltro, "l'alleanza tra atomismo e microscopio non si sarebbe rivelata altrettanto proficua e progressiva come quella che il telescopio aveva garantito all'astronomia". "Il lento cammino della biologia e

dell'embriologia" fu dovuto al fatto che "le scienze della vita manifestarono notevoli ritardi teorici".?

Nel Sei-Settecento la più accreditata teoria dello sviluppo embrionale è quella messa in voga dal filosofo francese Nicolas Malebranche (1638-1715) e detta della *preformazione*. Secondo tale concezione, l'embrione presisterebbe alla fecondazione e sarebbe da questa semplicemente innescato a partire dagli "ovuli" e/o dagli "animalculi". Secondo Malebranche, si tratta di un *emboitement* o "incastramento" per cui ovuli e spermatozoi, situati nelle gonadi rispettivamente femminili e maschili, contengono l'intera discendenza come incastrata dentro una serie di scatole cinesi e preformata fin dalla più remota origine di *Homo sapiens*.

La teoria ammetteva due varianti: l'"ovismo", sostenuto da Swammerdam (e da Malpighi), secondo cui era nell'uovo che esisteva preformato l'individuo, la cui ontogenesi non era che lo sviluppo di parti già presenti in germe nell'uovo stesso, e l'"animalculismo", sostenuto da Leeuwenhoek, secondo cui era nello spermatozoo che era contenuto preformato l'"omuncolo". Sia nella versione unitaria, sia nell'una e nell'altra variante, la teoria embriogenetica dominante si opponeva a quella antecedente e coeva della cosiddetta *epigenesi*. Quest'ultimo termine, aristotelico, faceva riferimento alla genesi sequenziale delle strutture organiche a partire da una materia primitivamente indefinita e poi differenziata dalla fecondazione.

La teoria epigenetica, che aveva avuto tra i suoi sostenitori un filosofo come Cartesio e un medico come Harvey, recupera credibilità e autorità nel Settecento maturo grazie all'attività di pensiero del naturalista francese Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) e dell'embriologo tedesco Kaspar Friedrich Wolff (1733-1794), teorizzante una *vis essentialis* direttrice dell'epigenesi.

Il problema dell'origine della vita come ontogenesi è tra i più dibattuti dal pensiero filosofico-scientifico settecentesco. Alle voci degli scienziati anzidetti si aggiungono quelle del fisiologo epigenista Albrecht von Haller (1708-1777) e del na-

turalista preformista Charles Bonnet (1720-1793): la patria elvetica che hanno in comune non ne facilita affatto l'accordo in campo biologico.

Non meno acceso, in tale settore, è il dibattito sul *visus formativus* o "sforzo generativo", teorizzato da Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840), e sulla *vita propria* o "proprietà della materia vivente" in quanto tale, teorizzata da Théophile de Bordeu (1722-1776), caposcuola di medicina a Montpellier e fondatore del cosiddetto *vitalismo*.

Ancora più infuocata è la disputa che divide i sostenitori della generazione spontanea dai loro oppositori. Il gesuita irlandese John Turbeville Needham (1713-1781) esibisce una serie di osservazioni microscopiche in base alle quali asserisce che in "infusi" di carne putrefatta, non contaminata da inserti e portata ad alte temperature, si sviluppano spontaneamente microorganismi. Egli rilancia pertanto la teoria della generazione spontanea già confutata da Francesco Redi! La nuova confutazione della teoria spetta all'abate Lazzaro Spallanzani (1729-1799), naturalista a Pavia, il quale dimostra l'esistenza nelle sostanze organiche, anche apparentemente non inquinate, di germi invisibili al microscopio, da lui battezzati "infusori".

A parte la sperimentazione biologica di Spallanzani, gli apporti dottrinali e speculativi contribuiscono alla nascita e alla crescita della biologia propriamente detta assai meno della microscopia perfezionata (dall'"oculare positivo e acromatico" del fisico modenese Giovanni Battista Amici) e dell'attività empirica di agricoltori e zootecnici, impegnati in lavori di ibridazione nel tentativo di migliorare le specie animali e vegetali tramite incroci. La biologia, dopo essersi autodefinita come tale, segue nel corso dell'Ottocento un duplice percorso parallelo: verso la *microbiologia*, disciplina legata ai sempre maggiori successi conseguiti dal microscopio, e verso quella che sarà detta *genetica*, disciplina intesa come "biologia di frontiera", attestata al confine d'inizio della vita e avanzante via via sempre più nei campi interpretativi della generazione e della riproduzione.

Anche qui, come nel capitolo precedente, teniamo disgiunti e seguiamo separati i due percorsi. La *microbiologia infettivologica*, impegnata da Pasteur in poi a scoprire gli agenti eziologici delle malattie infettive, grazie all'ulteriore perfezionamento del microscopio nelle sue parti ottiche e meccaniche (soprattutto per merito dell'industria jenese di Karl Zeiss), consente a Robert Koch (1843-1910), nell'Istituto berlinese da lui diretto, di scoprire nel 1882 il bacillo della tubercolosi e di identificare, meglio di quanto abbia potuto fare Filippo Pacini (1812-1883) nel 1854, il *vibrio comma* o "bacillo o virgola" responsabile del colera.

L'identificazione degli agenti microbici responsabili delle due maggiori piaghe epidemiche delle popolazioni ottocentesche segna l'inizio della *rivoluzione batteriologica*. Ma perché questa rivoluzione possa esplodere, non è sufficiente osservare al microscopio un microorganismo, ma è necessario che questo stesso microorganismo, inoculato nell'animale da esperimento, riproduca in quest'ultimo la malattia di cui è ritenuto responsabile.

Nell'arco di un quarto di secolo, tra gli anni Ottanta dell'Ottocento e il primissimo Novecento, un'intera generazione di medici-biologi microscopisti (microbiologi) perviene all'identificazione di tutti, o quasi tutti, gli agenti microbici delle malattie infettivo-parassitarie conosciute.

Così nel 1880 il francese Charles Louis Alphonse Laveran (1845-1922) scopre nei globuli rossi del sangue degli individui affetti da febbri intermittenti il parassita della malattia. La scoperta è confermata nel 1885 dagli studi di Ettore Marchiafava (1847-1935) e Angelo Celli (1857-1914), i quali danno al parassita il nome *Plasmodium* e ne battezzano *Laverania malariae* il tipo più pernicioso (responsabile della febbre terzana maligna).

Sempre nel 1880 il tedesco Karl Joseph Eberth (1835-1926) scopre il bacillo del tifo addominale. Dopo di lui, i suoi connazionali Albert Fraenkel (1848-1916), Friedrich Löffler (1852-1915), Albert Neisser (1855-1916) e Richard Pfeiffer (1858-1945) individuano rispettivamente gli agenti eziologici della polmonite (pneumococco), della difterite (*Corynebacte-*

rium diphteriae), della blenorragia (*Neisseria gonorrhoeae*) e l'*Haemophilus influenzae* (che spesso complica l'influenza associandosi al virus che la provoca).

Nel 1894 lo svizzero Alexandre Yersin (1863-1943) scopre il bacillo della peste (denominato da lui *Pasteurella pestis*, in onore di Pasteur, e dopo di lui, in onore suo, *Yersinia pestis*). Nel 1905 è la volta del tedesco Fritz Richard Schaudinn (1871-1906) che individua il *Treponema pallidum* della sifilide. Anteriore a tutte queste scoperte è quella di Gerhard Henrik Armauer Hansen (1841-1912), scopritore nell'"ospedale purgatorio" di Bergen del *Mycobacterium leprae* (responsabile della lebbra).

Restando nel campo della biologia delle parti minime: accanto al filone dell'infertivologia si svolge il filone dipanato dagli sviluppi della *teoria cellulare*. La teoria nasce dal riconoscimento delle cellule come unità biologiche elementari di tutti i "tessuti" organici o *membranes*, descritte nel 1800 da François-Xavier Bichat (1771-1802).

Protagonisti dell'identificazione cellulare sono due ricercatori tedeschi, il botanico Matthias Schleiden (1804-1881) e il fisiologo Theodor Schwann (1810-1882). Le "investigazioni microscopiche" di quest'ultimo, pubblicate nel 1839, danno fondamento sperimentale alla teoria in questi termini: gli organismi viventi sono fatti di cellule e queste si formano non per precipitazione granulare o cristallizzazione da un plasma indifferenziato, ma per divisione da cellule preesistenti. *Omnis cellula e cellula*.

Vent'anni dopo i risultati investigativi prodotti da Schwann, Rudolf Virchow (1821-1902), patologo nelle Università di Würzburg e di Berlino, è autore del testo fondamentale intitolato *Cellularpathologie*. Nell'opera, pubblicata nel 1858, la "patologia cellulare" contempla le malattie localizzate nell'alterata struttura delle cellule dell'organismo, dopo che Bichat le aveva viste localizzate nei tessuti.

La teoria cellulare, convalidata dall'indagine microscopica, salda il percorso della microbiologia, compiuto all'insegna del riduzionismo biologico della complessità (l'organismo) alla

maggior semplicità possibile (le cellule costituenti), al percorso della *genetica*, che guarda anch'essa alla cellula e alle sue minime parti costitutive, ma che muove da tutt'altri criteri epistemologici.

Nel 1866 il boemo Johann Gregor Mendel (1822-1884), abate del convento di Brno e appassionato botanico, sperimentando sugli incroci fra piante di piselli lisci e rugosi, giunge a intuire le leggi che presiedono alla trasmissione di caratteri ereditari. Di derivazione mendeliana è il termine stesso di *carattere ereditario*, indicativo di una caratteristica somatica trasmissibile, conferibile per eredità.

L'intuizione mendeliana delle leggi dell'eredità, governanti la trasmissione dei "caratteri" macroscopici (fenotipici), indica come sia indispensabile presupporre l'esistenza di una realtà complessa di un certo livello per poter successivamente riferire tali caratteri a elementi microscopici (genotipici) presenti nelle cellule. Si può dire che le leggi intuite da Mendel non sarebbero state scoperte, se il botanico boemo avesse proceduto a un'indagine *analitica* delle particolarità microscopiche dei suoi piselli anziché seminare questi nell'orto del convento e applicarsi con procedura *sintetica* a osservarne la complessità irriducibile e a conteggiarne le visibili differenze.

Non diversamente Charles Robert Darwin (1809-1882) colloca la *teoria dell'evoluzione* per selezione naturale, da lui formulata nell'*Origine delle specie*, comparsa il 24 novembre 1859, a un livello di organizzazione più complesso di quello che riduce quest'ultima ai suoi componenti elementari, cellulari o fisico-chimici. Il metodo darwiniano si volge soprattutto alla distribuzione geografica delle forme viventi e all'esperienza degli allevatori di bestiame, trascurando i settori della ricerca biologica, impegnata, dopo l'enunciazione della "teoria cellulare" e la dimostrazione sperimentale della medesima, nell'analisi microscopica e poi fisico-chimica delle cellule.

È proprio Darwin a impegnarsi nel tentativo di spiegare i meccanismi biologici attraverso i quali avviene la trasmissione dei caratteri ereditari. L'interpretazione di tali meccanismi è ri-

masta esclusa dalle ricerche certosine del monaco di Brno. Darwin fa ricorso, nel 1868, a una teoria simile a quella circolante nell'antica Grecia e che ipotizzava – come s'è visto – una sorta di "panspermia" o *pangenesi* (questa la dizione darwiniana), nella fattispecie mediata da *gemmule* somatiche che, a detta del grande naturalista, "si moltiplicano per autodivisione dando luogo a unità identiche a quelle dalle quali derivano". Esse "convergono da tutte le parti a formare gli elementi sessuali", il cui assemblaggio ha sede nelle gonadi femminili e maschili."

Una smentita alla "pangenesi" viene dal medico inglese Francis Galton (1822-1911), cugino dello stesso Darwin, assertore dell'importanza della matematica nello studio dei fenomeni biologici (biometria), ma noto soprattutto come fondatore della genetica migliorativa della popolazione (*eugenetica* o anche, come altri preferisce dire, *eugetica*)." Galton opera una netta distinzione tra cellule "somatiche" costitutive dell'organismo corporeo e cellule "germinali" destinate alla riproduzione. Secondo lui, la continuità ereditaria non avviene tra "soma e soma", ma tra "stirpe e stirpe".

Non dissimile è la presa di posizione del medico tedesco August Weismann (1834-1914), riassunta nella *teoria del geminoplasma* in base alla quale il "soma" è separato dal "germe" e questo è costituito da *biofori*, "portatori di vita", diversi dalle "gemmule" di Darwin perché appunto di derivazione non somatica, ma germinale.

Come viene universalmente riconosciuto, lo scorcio dell'Ottocento è un periodo storico rivoluzionario per la fisica e, in generale, per le scienze della natura. Il modello newtoniano, già ritenuto esplicativo e riassuntivo di tutti i fenomeni naturali, è scosso da nuovi fatti sperimentali, quali le scoperte dei raggi X (Wilhelm Conrad Röntgen, 1895), della radioattività naturale (Antoine-Henri Becquerel, 1896; Pierre e Marie Curie, 1897-1898), dell'elettrone (Joseph John Thomson, 1897). I nuovi fatti richiedono nuove teorie: la teoria della radioattività come scissione atomica (Ernest Rutherford, Frederick Soddy, 1898-1903), la teoria dei quanti (Max Planck, 1900). La *teoria della relatività ristretta*, formulata di lì a poco, nel 1905, da Albert

Einstein (1879-1955), è portatrice in campo fisico di una rivoluzione che riflette specularmente la rivoluzione portata in campo psichico dall'opera di Sigmund Freud (1865-1939), fondatore della nuova "biologia della psiche" detta *psicoanalisi*.

Il modello freudiano d'investigazione psichica è simmetrico e pressoché sincrono al modello d'investigazione neurologica elaborato da Ivan Petrovič Pavlov (1849-1936), il fisiologo russo che, proseguendo nel programma di ricerca del proprio connazionale Ivan Michajlovič Sečenov (1829-1905) studioso dei "riflessi del cervello", formula la *teoria dei riflessi condizionati*, dove questi sono visti come forme di comportamento sviluppate dall'individuo per interazione adattativa con l'ambiente. Il metodo pavloviano prescinde dalle tecniche invasive del cervello e dallo studio microstrutturale di quest'ultimo, fondandosi invece sull'osservazione sperimentale del comportamento animale nella sua superiore complessità. È un metodo che – come quello di Mendel o quello di Darwin – si differenzia nettamente dall'approccio riduzionistico fisico-chimico e costituisce "l'altra metà", complementare al *riduzionismo*, della procedura di approccio alla realtà biologica: l'*olismo*.¹⁶

L'aggettivo *olistico* – alla cui origine è il vocabolo greco *holos* che significa "il tutto", "la totalità" – è ritenuto appropriato a qualificare la metodologia in grado di garantire il massimo rispetto della cosiddetta "complessità non riducibile" com'è appunto quella biologica. Il metodo pavloviano acquisisce alla scienza biologica della psiche un suo spazio peculiare tra psicologia introspettiva e neurofisiologia. Nell'ambito di quest'ultima disciplina lo sguardo *riduzionistico* di Camillo Golgi (1843-1926), patologo e istologo a Pavia, rende possibile il riconoscimento isto-citologico dei "neuroni" e delle loro fibre e fibrille in tutti i loro più fini particolari. Tale conquista neuroscientifica consentirà, un quarto di secolo più tardi, agli inglesi Charles Scott Sherrington (1857-1952), di Oxford, e Edgar Douglas Adrian (1889-1977), di Cambridge, di ravvisare nelle "sinapsi" le zone di contatto fra neurone e neurone, il cui funzionamento avviene tramite mediatori chimici.

Negli stessi prodigiosi primi anni del secolo XX, in cui le neuroscienze vedono premiati, con il Nobel, Pavlov nel 1904 e Golgi (con il madrilenò Ramón y Cajal) nel 1906, in cui Karl Landsteiner (1868-1943) scopre i gruppi sanguigni umani, la scienza dell'eredità riceve dal botanico danese Wilhelm Johanssen (1857-1927) un inquadramento tassonomico destinato a permanere: il termine *fenotipo* sostituisce quello di insieme dei "caratteri somatici", mentre il corrispettivo insieme dei "caratteri genetici" viene definito dal termine *genotipo*.

Nel campo dell'eredità, tra tesi e controtesi, s'impone quella facente capo al botanico olandese Hugo de Vries (1848-1935), basata su unità biologiche elementari, dette "pangeni", i quali sono diversamente attivi a seconda della loro sede in cellule somatiche oppure germinali. Egli è inoltre il teorico delle "variazioni brusche" e discontinue, dette *mutazioni*, diverse da quelle graduali e continue contemplate dalla darwiniana teoria dell'evoluzione. Lavorando alla propria teoria, de Vries giunge nel 1899 a riformulare in veste nuova le leggi dei caratteri ereditari intuite, trent'anni prima, da Mendel.

I caratteri "mendeliani", formulati dapprima come entità astratte (al pari degli atomi democritei) oppure dotate di esistenza ipotetica (teoricamente certa, ma sperimentalmente non dimostrata), assumono realtà concreta negli organuli in cui si differenzia la "cromatina nucleare" (sostanza filamentosa colorabile presente nel nucleo) durante le divisioni cellulari della linea somatica (mitosi) e della linea germinale (meiosi). Tali organuli sono "corpuscoli cromatinici", perciò detti *cromosomi*.

Una *teoria nucleare* dell'eredità è formulata da Weissmann e da Wilhelm Roux (1850-1924). Ma una vera e propria *teoria cromosomica* si deve al biologo tedesco Theodor Boveri (1862-1915) e al biologo statunitense Walter Sutton (1877-1916), i quali nel primissimo Novecento giungono entrambi, indipendentemente l'uno dall'altro, a ipotizzare che depositari dei meccanismi dell'eredità siano per l'appunto i "cromosomi".

"I primi anni del XX secolo riportano dunque alla luce l'opera, per molti anni dimenticata, di Mendel, grazie anche al-

l'infaticabile attività propagandistica del biologo inglese William Bateson (1861-1926), che fu anche il primo a proporre, nel 1905, di usare la parola *geni* per definire le particelle cromosomiche depositarie dell'eredità e la parola *genetica* per definire la scienza dell'eredità medesima.¹¹

Nella prima metà del secolo, in particolare nel periodo compreso tra le due guerre mondiali, l'approccio riduzionistico, mirante a riconoscere nei geni delle entità di natura fisico-chimica, non solo ispira le ricerche dei biologi, ma anche attrae verso la biologia l'attenzione di fisici e chimici. Tra costoro, il tedesco Max Delbrück (1906-1981) pubblica nel 1935 una memoria circa l'utilità di fare uso di un modello fisico per spiegare com'è fatto un gene e quali sono le sue funzioni.

Su questa stessa linea, nel 1944, il fisico statunitense Erwin Schrödinger (1887-1961) dà alle stampe il libro *Che cos'è la vita?*, nel quale ipotizza la struttura del gene come quella di un cristallo (formato da molecole ripetitive di una struttura sempre simile, ma non mai perfettamente identica a se stessa). In questa fase storica, "il contributo della fisica allo studio dei problemi dell'eredità fu notevolissimo, sia per giungere ai metodi quantitativi che sarebbero divenuti tipici della genetica classica, sia per le tecniche biofisiche permettenti l'accertamento della natura delle molecole depositarie dell'informazione genetica".¹²

Nell'ambito dei Nobel, il premio tocca nel 1933 al biologo statunitense Thomas Hunt Morgan (1866-1945) "per la scoperta del ruolo svolto dai cromosomi nell'ereditarietà". La genericità della motivazione non pone nella giusta luce le ricerche d'avanguardia compiute da Morgan utilizzando come strumenti d'indagine le "mutazioni" teorizzate da Hugo de Vries e poi sperimentalmente indotte dai raggi x sul materiale genetico a opera di Hermann Joseph Muller (1890-1967), premiato a sua volta col Nobel nel 1946.

Siamo giunti alle soglie dell'ultimo semisecolo. È un chimico, Linus Pauling (1901-1994), a ottenere nel 1954 il Nobel in premio della prima dimostrazione che una malattia ereditaria

– la drepanocitosi o “anemia a cellule falciformi”, apparentata alla talassemia – è dovuta a un’alterazione molecolare, nella fattispecie alla sostituzione di un aminoacido nella catena proteica dell'emoglobina, il pigmento respiratorio ferroso che conferisce al sangue il colore rosso e ai globuli rossi il potere di trasportare ossigeno.

Oltreché questa prova dell'esistenza di una *malattia molecolare*, allo stesso Pauling si deve la *teoria informativa* o dello “stampo antigenico”, in base alla quale l'antigene “stampa” l'anticorpo. Nel 1955 il danese Niels Kaj Jerne elabora la *teoria selettiva* o della “selezione naturale antigenica”, in base alla quale l'antigene “seleziona” l'anticorpo. A questa seconda e più esatta teoria si richiama la *teoria della selezione clonale* elaborata nella seconda metà degli anni Cinquanta dall'australiano Frank Macfarlane Burnet (1899-1985) e assunta a fondamento della *nuova immunologia*.

Tale “nuova immunologia” si incentra sul problema del riconoscimento, da parte dell'organismo, di ciò che gli è “proprio” – *self* – o “non proprio” – *non self*. Su questa rinvoltata *dialettica della natura* s'incentra la reattività dell'organismo nei confronti delle cellule che sono “altro da sé”, come i batteri e i virus, ma anche nei confronti delle cellule sue proprie divenute “estrane”, come le cellule tumorali.

Insieme alla nuova immunologia,¹¹ nel biennio 1958-1959 si avvia a compimento la lettura in chiave biochimica della teoria cromosomica e della trasmissione genetica, lettura premiata dai Nobel conferiti rispettivamente agli statunitensi George Wells Beadle e Edward Lawrie Tatum e all'altro duo nordamericano formato da Severo Ochoa e Arthur Kornberg, scopritori questi ultimi dei meccanismi di sintesi degli acidi nucleici.

Negli stessi anni decolla una disciplina altrettanto nuova e del pari rivoluzionaria, che viene a costituire la base fondativa della “medicina molecolare”, contemplante le possibilità di diagnosi e terapia delle malattie legate ad anomalie o difetti del patrimonio genetico. Tali possibilità si prospettano, con

buona dose d'ottimismo, come realtà imminenti, garantite dalle analisi predittive e dagli interventi operativi sul patrimonio medesimo, il *genoma*.

La nuova, rivoluzionaria disciplina è detta *genomica*; le ricerche e scoperte a essa attinenti rappresentano uno dei maggiori sforzi teorico sperimentali per comprendere, nel suo insieme, il mondo biologico come sistema dinamico governato dalle leggi della fisica e della chimica e investigato dal microscopio elettronico (inventato dall'ingegnere tedesco Ernst Ruska nel 1938), impiegato nell'osservazione degli organuli endocellulari dai belgi Albert Claude e Christian de Duve, premi Nobel nel 1974 insieme con il rumeno George Palade, ricercatori dell'"infinitesimo piccolo" e primi a meritare il titolo di "biologi molecolari".

Quando i citati Jacob e Monod vengono insigniti del Nobel, il premio giunge a riconoscimento dei loro sforzi di comprensione unitaria, filosofico-scientifica. Le biosintesi di virus ed enzimi rispondono a un doppio controllo, quello di "geni strutturali" che organizzano le molecole proteiche e quello di "geni regolatori" che governano le modalità di costruzione delle proteine. Più in generale, *la logica del vivente* delineata dal primo e ricapitolante la storia dell'ereditarietà si integra alla filosofia della biologia delineata dal secondo correlando fra loro *il caso e la necessità*.¹⁴

Nel 1968 viene premiato dal Nobel, insieme ai chimici Robert Holley, statunitense, e Har Gobind Khorana, indiano, il trentenne newyorkese Marshall Warren Nirenberg che, sette anni prima, ha avuto l'intuizione geniale della "interpretazione del codice genetico e della sua funzione nella sintesi proteica".

Il *codice genetico*, depositario dell'informazione ereditaria correlata alla "logica del vivente" (così come il codice giuridico è correlato alle leggi che regolano la società), è stato interpretato dapprima come il prodotto dello stampo diretto dei geni sulle proteine citoplasmatiche, come se queste fossero direttamente plasmate su di un calco del DNA nucleare. Ma poi si dimostra che la "trasmissione" informazionale dei geni alle proteine avviene in tutt'altro modo: essa passa, con meccanismo di

“trascrizione”, dall'acido desossiribonucleico (DNA) contenuto nei geni all'acido ribonucleico (RNA) contenuto nei ribosomi nucleari, il quale funge da “messaggero” (*transfer*), trasferendo appunto, con meccanismo di “traduzione”, le informazioni fuori dal nucleo alle proteine del citoplasma.

Nel 1969 viene premiato dal Nobel, insieme allo statunitense Alfred Hersey e al citato Max Delbrück (il cui avo materno era Justus von Liebig, il fondatore della biochimica), un torinese trapiantato nel Massachusetts, Salvatore Luria (1912-1994). Egli, andatosene dall'Italia a causa delle leggi razziali antiebraiche, rinverdisce, sessantatré anni dopo Golgi, l'alloro che incorona un'intelligenza scientifica italiana, coltivata però non in patria, ma oltreoceano, conformemente a una logica e logistica della ricerca che disloca negli Stati Uniti d'America molte belle menti della vecchia Europa.¹⁵

La motivazione del premio a Luria è la “scoperta del meccanismo di replicazione e della struttura dei virus”, costituiti anche questi da DNA. È nata la *virologia*. I microviventivi virali sono strutturalmente affini ai geni dei macroviventivi, tra cui l'uomo, che essi insidiano e costringono a “vivere pericolosamente”, meritando d'essere etichettati come disinformazioni patogene o, secondo un'arguta definizione, come “cattive notizie imbustate in un involucro proteico”.

Sei anni dopo il Nobel a Luria, il premio tocca a un altro italiano trapiantato negli Stati Uniti, Renato Dulbecco.¹⁶ Egli ne è insignito, con gli statunitensi David Baltimore e Howard Martin Temin, “per le scoperte riguardanti le interazioni fra i virus tumorali e il materiale genetico della cellula”. Tutto si tiene, in un mondo che, pur frammentato e per così dir “miniaturizzato” dalla ricerca delle sue parti minime – genetiche, virali, oncologiche –, tuttavia si presta a un'interpretazione e comprensione di tipo globale.

Sembra di essere giunti al punto d'arrivo. Nel campo immunologico, tra il Nobel nel 1960 a Burnet (da questi condiviso con Peter Brian Medawar, che ha dimostrato la natura im-

munitaria del rigetto dei trapianti) e il Nobel del 1984 a Jerne, decorre un quarto di secolo segnato da importanti scoperte, debitamente premiate, concernenti la struttura chimica degli anticorpi (Gerald Maurice Edelman, Rodney Robert Porter, 1972), i nuovi meccanismi di origine e diffusione delle malattie virali (Baruch Samuel Blumberg, Daniel Carleton Gajdusek, 1976), la regolazione della reattività immunitaria cellulare e i criteri di compatibilità fra i tessuti (Baruj Benacerraf, Jean Dausset, George Davis Snell, 1980), la creazione di tecniche arte a produrre anticorpi monoclonali (Georges Köhler, César Milstein, 1984).

Nel campo della genetica il punto d'arrivo è, però, un punto di svolta. Nel 1978 il Nobel tocca al duo statunitense costituito da Hamilton Othanel Smith e Daniel Nathans, nonché allo svizzero Werner Arber, "per le scoperte sugli enzimi di restrizione e le loro applicazioni alla genetica molecolare". La svolta consiste nel fatto che tali "enzimi di restrizione" consentono di spezzare in punti prestabiliti il DNA secondo procedure esattamente riproducibili, realizzando in tal modo una sorta di chirurgia particellare. La messa a punto di tali procedure segna la nascita dell'*ingegneria genetica*, una data che apre una nuova era, da qualcuno indicata con la sigla "d.C."; non più "dopo Cristo", ma "dopo Clonazione".¹⁷

Il *clonaggio molecolare* è infatti un procedimento di manipolazione del genoma, consistente nel ricavare da un gene una certa quantità di DNA per farne un uso utile; il che inaugura la possibilità di intervenire ad arte sulla natura dell'organismo vivente. *Natura imitatio artis*: la natura imitativa dell'arte rende le prospettive degli anni Sessanta ormai prossime alla loro realizzazione.

Negli anni Ottanta il Nobel per la medicina viene assegnato, nel 1983 e nel 1986, a due donne. La prima, in ordine di tempo, è l'ottantunenne Barbara McClintock, premiata "per la scoperta degli elementi genetici mobili" risalente a trent'anni prima. I suoi studi hanno dimostrato che i geni non sono immobili come perle infilate sul filo di una collana, ma assomi-

gliano alle carte da gioco di un mazzo che viene spesso rimesscolato in una sorta di *bricolage*. Il ritardo del premio è forse dovuto al carattere *eretico* della scoperta, coperta da silenzio per tre decenni, o fors'anche al sesso della ricercatrice. "Barbie", raramente accetto alla Fondazione del Nobel che si suppone essere piuttosto maschilista: un sospetto fugato tre anni dopo, quando il Nobel tocca all'italiana Rita Levi Montalcini, premiata per aver scoperto, peraltro anch'essa trentacinque anni prima con ricerche condotte negli Stati Uniti, il *nervous growth factor*, "fattore della crescita nervosa".¹⁸

Il premio ritardato a Rita Levi Montalcini giunge a coronare un quarto di secolo molto produttivo ed euristico anche nel campo neurobiologico. Nel 1963 il Nobel è toccato all'australiano John Carew Eccles e agli inglesi Alan Lloyd Hodgkin e Andrew Fielding Huxley per gli studi sulla trasmissione dell'impulso nervoso attraverso le sinapsi studiate negli anni Trenta da Sherrington e Adrian. Il pianeta cervello rivela di possedere un'organizzazione sempre più raffinata e al tempo stesso sempre più semplificabile, consentendo la descrizione delle sue molte funzioni. Gli studi di Eccles sulla biochimica delle connessioni e comunicazioni cerebrali aprono le porte alla *intelligenza artificiale*, sostenuta dall'ipotesi che la mente altro non sia che il prodotto di innumerevoli robot, e, in prospettiva, alla *biorobotica*; ma, secondo lo scienziato, le aprono soprattutto (e invece) all'idea neocartesiana che nei "micrositi" della corteccia cerebrale interagiscono unità materiali nervose o "dendroni" con unità immateriali psichiche o "psiconi".¹⁹

A parte questa "filosofia spontanea" di cui spesso gli scienziati sono prodighi,²⁰ la neurobiologia soppianta definitivamente la neuroistologia protonovecentesca di Golgi e di Cajal. Lo svedese Arthur Ragnar Granit è premiato (assieme a Haldan Keffer Hartline e George Wald) nel 1967 per gli studi sui processi chimico-biologici della membrana nervosa dell'occhio, la retina, e lo statunitense Roger Walcott Sperry (con David H. Hubel e Torsten N. Wiesel) è premiato nel 1981 per le scoperte sulla specializzazione degli emisferi cerebrali, cioè, in pratica, per aver dimostrato che il cervello umano elabora il

pensiero astratto con la sua metà sinistra, deputata anche alle relazioni simboliche (linguaggio parlato e scritto), mentre con la sua metà destra pensa sinteticamente e prende coscienza dei rapporti spaziali, nonché di esperienze complesse come quelle acustico-musicali.

Dai tardi anni Ottanta fino agli anni d'inizio del Duemila si infittiscono gli studi d'avanguardia e i loro riconoscimenti internazionali nei campi delle neuroscienze, dell'immunologia, della virologia, della genetica, della biologia molecolare, segnando il trionfo di un sapere scientifico, articolato in più scienze, che si impadronisce *di continuo* dei metodi e dei principi per intraprendere e descrivere il funzionamento dell'organizzazione biologica della materia.

Hanno inizio gli interventi della tecnica sulla natura vivente, cioè le applicazioni pratiche delle *biotecnologie*. Il maggior successo è la produzione in laboratorio di "organismi geneticamente modificati" (OGM) o "transgenici", i quali portano inserito artificialmente nel loro DNA un gene estraneo detto appunto "transgene". Si tratta dell'anzidetto "clonaggio molecolare", operato dall'ingegneria genetica. Esso viene applicato dapprima agli organismi unicellulari (batteri e virus) e poi a quelli pluricellulari (piante e animali). Così, da un embrione modificato con i geni dell'ormone della crescita, nasce nel 1982 un "supertopo"; nel 1985 viene creato il primo maiale transgenico; nel 1986 viene clonato il primo embrione di vitello; nel 1996 viene clonata la pecora Dolly.²¹

Tutto ciò comporta una serie di ricadute vantaggiose in campo terapeutico con la biosintesi di farmaci ad alta efficacia (e a minor costo), come l'insulina umana sintetica, numerosi fattori antiemofilici, vari tipi di interferone. Tali risultati sono acquisiti grazie al predetto infittirsi delle scoperte e grazie all'accelerazione del "trasferimento delle ricerche" (*translational research*) dai laboratori alla clinica. Le biotecnologie aprono anche altre strade, come l'utilizzazione di cellule fetali ed embrionali (staminali) "totipotenti", tratte dall'uomo stesso e in grado di riprodurre o riparare i suoi organi. Unitamente a

questo tipo di terapia riparativa, inizia il suo cammino la *terapia genica*, la quale, insieme all'annunciato decollo della predittiva *diagnosi genica*, costituisce il principale obiettivo della medicina molecolare.

Si perviene alla realizzazione dello *Human Genome Project* o progetto di mappatura del genoma umano, lanciato negli anni Ottanta del Novecento dal Department of Energy degli Stati Uniti d'America, rilanciato in Italia dal premio Nobel Renato Dulbecco rimpatriato dagli USA, preannunciato come prossimo a essere compiuto da una dichiarazione congiunta, nel giugno 2000, dal primo ministro britannico Tony Blair e dal presidente statunitense Bill Clinton e infine ufficialmente reso noto dalle riviste scientifiche *Nature* e *Science* nel febbraio 2001.

Il *genoma* – si è detto – è l'insieme dei geni che noi ereditiamo dai nostri genitori: è in tal senso che si parla di patrimonio generico trasmissibile per eredità. Va specificato che questo patrimonio consta di caratteri ereditari "monofattoriali", dovuti a singoli geni, e "multifattoriali", dovuti al concorso di più geni fra loro associati. L'influenza su di essi da parte dell'*ambiente* è minore o scarsa nei primi, per i quali si parla di "predestinazione" genica; e maggiore o cospicua nei secondi, per i quali si parla di "predisposizione" genica. Per esempio, l'insorgenza di un cancro, riconducibile a un carattere multifattoriale, dipende da una predisposizione genica a cui si aggiungono condizioni ambientali, naturali e culturali, legate ad agenti cancerogeni. Come dire: si può essere più o meno predisposti allo sviluppo di un tumore polmonare; ma è il fumo di sigaretta a trasformare la predisposizione morbosa in malattia tumorale (cioè a trasformare il morbo "in potenza" nel morbo "in atto", per dirla con Aristotele).

È ovvio che il conoscere la propria predisposizione può essere di grande aiuto per impostare nel migliore dei modi il proprio stile di vita. Tale conoscenza, estesa a un sempre maggior numero di caratteri multifattoriali dotati d'importanza clinica, permetterà di trarre dalla genomica lo sguardo e il linguaggio scientifici con cui prevedere e predire le malattie – non solo quelle tumorali, ma tutte quelle metabolico-degenerative e im-

muno patologiche odierne – nel tempo più precoce possibile. La *predizione genica*, a partire dalla lettura della predisposizione scritta nel genoma, potrà percorrere la *predizione clinica*, che oggi parte dai dati offerti dagli screening e dai check-up. La mappa dei geni potenzialmente morbigeni verrà a sostituire la carta d'identità fisiopatologica fornita dalle odierne indagini strumentali e dagli attuali esami di laboratorio.

Queste importanti possibilità tendono a essere magnificate da taluni e da talaltri velate da dubbi.²² È indubbio che la realizzazione completa del progetto consentirà nel prossimo futuro di capire fino in fondo i caratteri monofattoriali, di decifrare i tratti e i tramiti dei caratteri multifattoriali, addirittura di scoprire relazioni fra caratteri e organizzazioni fra geni a tutt'oggi impensate. È altrettanto fuor di dubbio che dal completamento progettuale deriveranno – come già si è rilevato – conseguenze pratiche assai vantaggiose per la salute, e ciò soprattutto nel campo della *prevenzione antitumorale*: ogni tumore potrà essere individuato e aggredito sul nascere, in una fase iniziale, in uno stadio precocissimo del suo sviluppo. Nella lotta contro il cancro, l'imperativo odierno "diagnosi precoce e terapia tempestiva" potrà essere aggiornato nel segno di una radicalità ancor più anticipata, garante di una sicura guarigione.

L'inventario di tutti i 30-40.000 geni di cui si compone il genoma di ciascun individuo è un progetto ambizioso. "È un punto di partenza per il futuro genetico", ha affermato il premio Nobel Dulbecco. "È una svolta storica perché d'ora in poi la medicina potrà creare terapie mirate e personalizzate che vanno diritte al bersaglio", ha dichiarato Luigi Luca Cavalli Sforza, direttore del progetto. Anche gli antibiotici, cinquant'anni prima, erano stati detti vincitori delle malattie infettive perché bersaglianti i batteri responsabili. Le affermazioni dei due scienziati hanno eco nelle voci di molti ricercatori. Esse riflettono un'ambizione pienamente legittima, ma forse intinta di scientifica utopia.

Quale utopia? Quella, ricorrente, che fra Otto e Novecento fece approdare Achille De Giovanni alla "scienza dell'individuale", etichetta con cui il clinico di Padova definì la medi-

cina fondata sul metodo biomatematico e applicata allo studio della *costituzione individuale*? Tale medicina può essere considerata un precorrimiento concettuale della medicina che oggi si vuole fondata sul metodo biomolecolare e applicata alla *pre-disposizione individuale*.

Una medicina individualizzante, mirata e personalizzata, costituisce da sempre l'obiettivo primario di ogni buon medico. Ma la personalizzazione, come non poté ritenersi appannaggio esclusivo della *medicina costituzionalistica*, pur tanto ricca di meriti, così oggi non può considerarsi depositata esclusivamente nella *medicina genomica*, pur tanto ricca di prospettive entusiasmanti.

Filosofi ed epistemologi saggiamente ammoniscono che, se anche la natura biologica è il presupposto di tutto il resto, il genoma umano non è tutto l'uomo. La *medicina della persona* richiede anche altro, a partire dalla considerazione, già indicata nel 1896 dal filosofo Antonio Labriola (1843-1904), per l'uomo inteso come prodotto di quella "educazione nel senso lato della parola, ossia l'*accomodazione sociale*", aggiunta alla "nostra dipendenza dalla natura [che] è l'ambito che tutti ci recinge".²³

4

ECOLOGIA E MEDICINA

Uno dei concetti chiave della rinnovata biologia, cardine della *médecine* che con Claude Bernard si fa *expérimentale*, al pari della fisica nel Seicento e della chimica nel Settecento, è quello di *milieu intérieur* elaborato dallo stesso Bernard negli anni Sessanta dell'Ottocento. Esso esprime l'importanza, per la vita dell'organismo, di un *ambiente interno* costituente la sede fisiologica di vitali funzioni legate al metabolismo cellulare. È in tale ambiente extracellulare, interno all'organismo, che Charles-Édouard Brown-Séquard (1817-1894), scienziato francese (più precisamente, nativo di Port Louis nelle Isole Mauritius) che con Bernard rappresenta la suprema diarchia della fisiologia sperimentale coltivata a Parigi, vede riversarsi quei prodotti delle ghiandole "a secrezione interna" (endocrine) che sono detti "ormoni".

La "teoria cellulare" di Schwann, avvalorata dalla "demonstrazione di cellule" che Virchow ha posto a fondamento della fisiologia di organi e tessuti o, se deviata in "anarchia" (anaplasia, metaplasia, neoplasia), alla base della *cellularpathologie* da lui investigata al microscopio, ha rinverdito i fasti della settecentesca "teoria solidista" (dello scozzese William Cullen) privilegiante le parti solide (fibre muscolari e nervose) nell'economia dell'organismo. Il *milieu intérieur* di Bernard e di Brown Séquard rinverdisce i fasti della pressoché coeva "teoria neoumoralista" (dell'olandese Hermann Boerhaave) privilegiante le parti liquide (gli antichi umori ippocratici arricchiti dalla chimica settecentesca) nella medesima economia.

Simmetrico, se non sincrono, a quest'ultima rivalutazione aggiornata di una vecchia teoria è il ritorno in auge dell'*ambiente non interno*, ma *esterno*, d'ippocratica memoria. L'importanza di tale ambiente per la salute dell'uomo è stata certificata dall'opera di Ippocrate, o della sua scuola, intitolata *De aëre, aquis et locis*, affermate fin dai tempi antichi la concausalità di fattori ambientali predisponenti o determinanti.

"L'aria, le acque e le terre" potevano costituire un *habitat* sano o malsano a seconda del loro ordine o disordine. L'ordinata separatezza dei tre elementi primordiali – aria, acqua, terra – era garanzia di salute, assicurata dall'aria pura respirabile, dall'acqua pura bevibile, dalla terra feconda di nutrimento. Invece, la disordinata commistione della terra e dell'acqua faceva palude e da questa esalava un'aria cattiva o "mal'aria" che era causa nelle campagne di una grave malattia diffusa, dove il quarto elemento primordiale – il fuoco – compariva come realtà patologica accendendo i corpi di ripetute insorgenze febbrili (febbri intermittenti perniciose).

Ciò dà spiegazione del perché la *malaria*, antichissima malattia d'Italia e di altri popoli mediterranei, sia stata ritenuta a lungo, fino alla scoperta tardo ottocentesca della sua eziologia parassitaria, una patologia da nocivo *ambiente rurale*: *De noxiis paludum effluviis* (1717) è il titolo di un'opera del medico Giovanni Maria Lancisi, testimone oculare dell'endemia malarica nell'Agro Romano. Tutto ciò spiega anche perché la malattia sia stata etichettata come *paludismo*, dizione ancora recepita a metà Novecento nella *Terminologie du paludisme* (1954) coniata dall'Organizzazione mondiale della sanità per meglio definire le caratteristiche della malattia perdurante epidemica in Africa.¹

Lo stesso riferimento ambientale concerneva la salute delle città. La salubrità dell'*ambiente urbano* era contraddetta da un insediamento concentrato e da un inurbamento che rendeva le città sempre più affollate, inquinate dalle folle abitatrici e alla fine "antropofaghe", divoratrici degli stessi abitanti. Quanto più la popolazione cittadina diventava numerosa, tanto più era esposta al rischio che il contatto tra individui diventasse *conta-*

gio collettivo. Nei libri ippocratici intitolati *Epidemie* il titolo è indicativo di situazioni morbose dotate di specifiche identità e di ben netta dominanza spazio-temporale, come quelle legate a malattie che il senso comune vedeva e temeva incombere *epi demon*, "sopra il popolo" o "popolari", largamente e altamente patogeno, cioè diffuse e con elevato tasso di mortalità. Saranno, per lungo tempo, definite malattie *epidemic-contagiose* (e poi "infettive" dall'infettivologia ottocentesca).

L'ambiente esterno, dunque, è stato per secoli considerato essenziale per concepire salute e malattia non come realtà "ontologiche", ma come manifestazioni "fenomenologiche" della buona o cattiva qualità della vita. Tale qualità, oggi, viene intesa come se sia dovuta all'influenza dell'ambiente di appartenenza non meno che del patrimonio genetico. Il che trova riscontro nella nota equazione: fenotipo = genotipo + ambiente. Ma nel Medioevo tale "influenza" era l'equivalente dell'influsso astrale con cui, per esempio, i professori della Sorbona, consultati dal re francese Filippo VI, spiegavano la pestilenza del 1348 attribuendola a "una grande congiunzione dei tre corpi superiori, cioè Saturno, Giove e Marte, che si era verificata l'anno 1345, il 24° giorno del mese di marzo, nel 14° grado dell'Acquario".²

Il paradigma esplicativo di tipo astrologico ammetteva anche la meteorologia di comete ed eclissi nefaste, e la climatologia di intemperie "piovose e calde" in cui, come diceva già Ippocrate, "il sangue si accresce [...], gli uomini sono colpiti da dissenteria, e gli fluisce sangue dal naso".³

Il clima si rivelava patogeno anche nelle "influenze" stagionali, frequenti nei mesi "pluviosi e nebbiosi", come registrano gli annali delle epidemie in età rinascimentale. In questo momento di *renovatio mundi* Paracelso poneva tra i "quattro pilastri" della sua *nova medicina* – con alchimia, filosofia e virtù – anche l'astronomia, da lui intesa come una sorta di astrobiologia derivante dagli astri antropomorfi la conoscenza del corpo e delle sue parti: dal "macroantropo" dell'universo derivava la comprensione piena dell'uomo sano o malato, visto come normale o patologico "microcosmo".⁴

Clima e cosmo: anticamente, le categorie ambientali espresse dai due nomi amplificavano a dimensione rispettivamente planetaria e universale l'idea di mondo esterno, di ambiente naturale. *Cosmo* era l'universo armonico, comprendente la Terra ordinata. *Clima* era, nella visione tolemaica del mondo, ciascuna delle fasce in cui era suddiviso l'ordinato emisfero terrestre abitato dagli umani. In Aristotele (*De mundo*, 392, 3) clima significa "inclinazione", che oggi diremmo "latitudine", dall'equatore ai poli, con le varie condizioni "bioclimatiche" e le rispettive inclinazioni "biosomatiche". Dante recepisce tale significato quando dice (*Paradiso*, xxvii, 80-81): "I' vidi mosso me per tutto l'arco / che fa dal mezzo al fine il primo clima".

Alla categoria interpretativa di "clima" si ricollega il concetto protonovecentesco di *climax*, formulato da Frederic Edward Clements (1874-1945) e da lui fatto corrispondere a un assetto di condizioni ambientali, spaziali e temporali, sufficientemente stabili, tali fino a un eventuale mutamento del loro equilibrio. Questa concettualizzazione a doppia valenza, geografica e storico-evolutiva, apre le porte del secolo XX a una scienza relativamente nuova, la cui definizione risale peraltro al 1866, quando il naturalista e filosofo "monista" (coniugante materialismo scientifico e darwinismo biologico) Ernst Heinrich Haeckel (1834-1919), autore della legge biogenetica secondo cui "l'ontogenesi [dell'individuo] ricapitola la filogenesi [della specie]", per definire il nuovo sapere che vedeva sorgere dai propri studi coniava per esso il termine *ecologia*.

Riferito da Haeckel alla "totalità delle scienze delle relazioni dell'organismo con l'ambiente", il termine "ecologia" ha successivamente assimilato il concetto di *biocenosi*, proposto nel 1887 da Karl August Möbius (1825-1908) per indicare i rapporti tra comunità di viventi e variabilità degli ambienti relativi, e i concetti di *nicchia ecologica*, proposto nel 1933 da Charles Elton (autore di *Animal Ecology*) per indicare i rapporti adattativi spazio-temporali tra specie e ambiente, e di *ecosistema*,⁵ proposto nel 1942 da Raymond Lindeman (auto-

re di un articolo pubblicato dalla rivista *Ecology*). Scrive Lindeman: "Una comunità biotica non può essere chiaramente differenziata dal suo ambiente biotico: l'ecosistema, di conseguenza, dev'essere considerato come l'unità ecologica fondamentale".

L'emancipazione dalla biologia, progressivamente compiuta sulla spinta della teoria darwiniana di evoluzione della specie per selezione naturale, non porta l'ecologia, divenuta scienza autonoma, a svestire l'abito *olistico* che l'apparenta al darwinismo. Tutt'altro: l'approccio metodologico ed epistemologico al concetto di ecosistema conferma come l'ecologia sia una scienza in cui le relazioni tra viventi e ambienti di vita sono comprese sotto le categorie filosofico-scientifiche della complessità irriducibile e della totalità. Per tale sua caratteristica, l'ecologia è in un certo qual senso più vicina alla "storia naturale" di Carl von Linné, ovvero Linneo (1707-1778), il naturalista attento alle comparibilità ambientali delle piante, che alla "biogenetica" di tipo *riduzionistico* dello stesso Haeckel, il cui riduzionismo è manifestato nello smembrare l'ambiente nelle sole componenti fisico-chimiche: il terreno, la nutrizione, l'aria, la luce.

Le componenti anzidette sono attualmente recepite, *ma non da sole*, nella vigente vulgata lessicale, che peraltro tende a negare all'ecologia l'autonomia disciplinare da essa acquisita, definendola come la "parte della biologia che studia le relazioni tra organismo o gruppi di organismi e il loro ambiente naturale". Tale ambiente è però "inteso sia come l'insieme dei fattori chimico-fisici (clima, tipo di suolo, luce, nutrimento, ecc.) sia come l'insieme dei fattori biologici (parassitismo, competizione, simbiosi) che influiscono o possono influire sulla vita degli organismi stessi".

Possiamo chiosare questa delimitazione di campo concordando con l'affermazione che "l'ecologia è una scienza naturale in cui convergono sia aspetti biologici, relativi alla presenza di esseri viventi, sia aspetti [che biologici non sono e che] diciamo fisici, dal clima al suolo, alla radiazione solare". Resta "il fatto che l'ecologia sia nata, almeno in parte, nel seno della

biologia". Ma ciò "non deve farci dimenticare che un ecosistema non è [solo] la comunità dei viventi che ospita e che il pianeta Terra non coincide con la sua biosfera. Certo, non si dà ecologia senza biologia", ma "il concetto di ambiente [...] non è solo biologico".

È l'ambiente ecologico la "casa" dei viventi. *Oikos*, da cui il prefisso "eco", è parola greca che significa "casa", ed *ecologia* significa appunto "scienza della casa", dello spazio-tempo abitato da chi ci vive, fatto di "ambienti" che non sono stanze con porte e finestre chiuse (come la celebre *monade* leibniziana), ma per l'appunto spazi aperti al tempo, corrispondenti al territorio dove la casa è ubicata con la sua situazione geografica e geostorica, con le sue condizioni evolutive, progressive e pregresse. Questo complesso ambientale è il luogo spazio-temporale dei viventi, di tutti i macro- e i microviventi, dall'uomo agli animali domestici e selvatici, agli ecto- ed endoparassiti, agli organismi simbiotici e antibiotici, ai funghi, ai batteri, ai virus.

"Casa dei viventi" o "nicchia ecologica", l'ambiente spazio-temporale concettualizzato dall'ecologia ha una duplice ascendenza, muovendo dalla categoria di specie, rimodellata dalla teoria darwiniana, e dalla categoria di popolazione, nata dalla "genetica delle popolazioni", disciplina compiutamente affermata da metà Novecento in poi.

Manifesto programmatico della nuova disciplina può essere considerato il saggio *The Genetical Theory of Natural Selection*, pubblicato nel 1929 da Ronald A. Fisher (1890-1962). A tale sintesi tra genetica e darwinismo hanno contribuito in modo rilevante l'opera di Sewall Wright (1889-1988) e quella di John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964). In questo ambito disciplinare, fattore fondamentale dell'evoluzione è sempre considerata la selezione naturale, però non concepita al modo di Darwin come sopravvivenza del più adatto nella lotta per l'esistenza, bensì come idoneità a proliferare, cioè a lasciare una discendenza più numerosa per maggiore capacità di adattamento all'ambiente.

A questo stesso ambito di pensiero si aggancia il concetto

di patocenosi, formulato dallo storico della medicina Mirko Drazen Grmek (1924-2000) e da lui reso esplicito nel 1985 in questi termini: "La *patocenosi* è un insieme di stati patologici che sono presenti all'interno di una popolazione in un momento dato [e che] dipendono [...] da diversi fattori endogeni ed ecologici".¹⁰ Corollario è il rilievo che "esiste un equilibrio tra le varie patologie, in modo tale che la discesa di una comporta l'incremento di un'altra".¹¹

La visione ecologista, includente quella evolutivista nel senso darwiniano della mutazione genetica e del vantaggio selettivo, porta a riaffermare la grande rilevanza dell'adattamento dei viventi all'ambiente di appartenenza e ad affermare l'altrettanto grande rilevanza di quest'ultimo sulla biologia, la patologia, la medicina. "Per esempio, la persistenza e la diffusione di diverse emoglobinopatie ereditarie nelle zone palustri sono spiegate con i vantaggi selettivi legati alla forma eterozigote, meno grave, di queste malattie, che provoca una parziale resistenza agli agenti patogeni della malaria."¹²

In altri termini, si tratta del fatto che l'"anemia mediterranea" o talassemia, emoglobinopatia che nella forma *maior* è gravissima, mentre in quelle *minor* e *minima* lo è assai meno, era, nei soggetti eterozigoti, utile a difendere l'uomo dagli attacchi di malaria, poiché la zanzara trasmittitrice del parassita malarigeno non appetisce i globuli rossi del sangue talassemico.

Un'analogia visione, resa penetrante dalle acquisizioni della biologia molecolare, ci porta a vedere i nostri progenitori ancestrali, viventi in carenza di cibo, sopravvivere grazie alla graduale selezione di geni innalzanti la soglia della loro fame cronica tramite un'aumentata resistenza all'azione dell'insulina (ormone pancreatico che riduce il tasso di glucosio nel sangue stimolando l'appetito); e ci porta a vedere noi stessi come epigoni portatori di quegli stessi geni che però, modificato l'ambiente di vita ostile e il nostro rapporto col cibo, non sono più vantaggiosi per la difesa, ma sono divenuti potenzialmente dannosi, trasformati cioè in fattori di rischio, minaccianti diabete od obesità.

Ciò permette di spiegare l'abnorme incidenza di diabete

di tipo II, una malattia con componente ereditaria legata all'obesità e alla sovralimentazione in popolazioni storicamente povere, soprattutto in Asia e in Australia: la selezione, probabilmente avvenuta nei secoli precedenti a favore di caratteri genetici che conferiscono resistenza alla sottoalimentazione, in presenza di un repentino cambiamento delle condizioni ambientali (abitudini alimentari di tipo occidentale con eccesso calorico) avrebbe portato alla comparsa della malattia in un numero eccezionale di individui adulti".¹³

Lo stesso nostro progenitore, esperto nel cacciare le fiere ma esposto alle loro aggressioni cruente, riuscì a sopravvivere alle ferite selezionando geni che favorivano la stagnazione delle emorragie impedendo al ferito di dissanguarsi. Oggi, modificata la "casa" o la "nicchia", il "gene del bene" che permetteva di tamponare le lesioni emorragiche grazie a un'aumentata aggregazione (piastrinica) e coagulazione (trombofilica) del sangue si è trasformato in un "gene del male" che predispone all'aterosclerosi e alle sue complicanze.

Sono noti, all'inverso, difetti genetici che, pur essendo fattori di rischio patogeno, tuttavia creano meno danni che vantaggi: tale è la mutazione che induce nelle popolazioni scandinave una forma di ipercolesterolemia che favorisce la sintesi della vitamina D osteoprotettiva, altrimenti carente nei paesi nordici a causa dello scarso irraggiamento solare della pelle (dove i raggi ultravioletti del sole attivano la provitamina esistente); tale la policitemia *rubra* delle popolazioni andine o tibetane, che sopperiscono in questo modo, cioè mediante l'aumento dei globuli rossi trasportatori del pigmento respiratorio (emoglobina), al relativo minor tasso d'ossigeno presente nell'atmosfera alle alte quote. È in questi termini che oggi si parla di una ecologica *medicina evolutivista*.¹⁴

Si discute anche di una ecologica *medicina delle catastrofi*,¹⁵ nata in Francia e con molti proseliti in Europa. "Catastrofe", nel senso più comune del termine, ha il significato di un improvviso, ma non sempre imprevedibile, sconvolgimento o capovolgimento di una situazione naturale, alla cui base peral-

tro può esistere una più o meno palese responsabilità umana. Come tutti gli eventi che interessano l'umanità, le catastrofi hanno cause loro proprie: cause naturali oppure umane, oppure umane e naturali insieme unite.¹⁶

A una eziologia prettamente naturale appartengono le causalità cosmoteluriche, implicanti uno o più elementi (tra i quattro primordiali): la terra scossa dai terremoti, l'acqua esondante nei maremoti e nei diluvi, il fuoco erompente dai crateri vulcanici, l'aria turbinante nelle trombe aeree e, insieme all'acqua, negli uragani e nei cicloni. Cosmologicamente sono catastrofi anche l'esplosione delle stelle e la caduta dei meteoriti; storicamente è forse da ritenersi tale anche l'estinzione dei dinosauri.

In tutto questo catastrofismo ambientale ci troviamo di fronte a ecosistemi dove la natura, altrettanto matrigna che madre, esercita non la forza generatrice (*magna vis generatrix naturae*) propria della sua maternità, ma la forza distruttrice dei suoi elementi (primordiali) incontrollati. Ma altri eventi catastrofici ammettono, come s'è detto, causalità parzialmente o totalmente umane, predisponenti o determinanti, dove uomo e natura si scambiano le parti, cioè i rispettivi ruoli, con rapporto variabile. Se l'"effetto Hiroshima" ha cause interamente riconducibili all'uomo, all'uomo e in subordine alla natura sono riconducibili altri eventi catastrofici, quali smottamenti di suoli, straripamenti di fiumi, combustioni di foreste, inquinamenti d'aria, d'acqua, di terreni, di ambienti, con ripercussioni e ritorsioni sanitarie.

L'ambiente naturale, visto indipendentemente dalla sua componente associativa, cioè dal consorzio sociale con esso integrato, era fino a qualche decennio fa considerato quasi del tutto estraneo all'attività umana e regolato da meccanismi suoi propri, nei quali *Homo sapiens*, come individuo e come specie, interveniva solo in minima parte. L'intervento umano era considerato rilevante solo in quanto finalizzato a controllare l'ambiente in modo tale da utilizzarlo o difendersene, essendo la natura, da tempo immemorabile, prospettata a seconda dei casi come provvida o come ostile.¹⁷

Da qualche tempo, invece, si è delineata una situazione nuova, poiché ci si è accorti che, se è sempre vero che la natura risulta talora nemica, essa lo è meno di quanto lo sia l'uomo nei suoi confronti e, soprattutto, si rivela sempre più spesso nemica dell'uomo proprio a causa dello scarso rispetto con cui questi la tratta. Alla nostra consapevolezza si è posto con sempre maggior rilevanza – e attualmente si pone con drammatica impellenza – “il problema del danno umano all'ambiente e della responsabilità morale dell'uomo per la protezione di esso”.¹⁸

In un “lungo *cabier de doléances* redatto in nome e per conto del pianeta Terra” si trova un elenco di denuncia delle attuali *emergenze ambientali*: alterazione dello strato protettivo di ozono e rischi di surriscaldamento dell'atmosfera; desertificazione e “piogge acide”; deforestazione, erosione e aumento di salinità di suoli e sottosuoli, con conseguente abbassamento del loro tasso di fertilità; “biocidio”, ovvero riduzione della biodiversità genetica presente sul pianeta a causa della estinzione o distruzione di molte specie animali e vegetali; inquinamenti multipli, con annesso problema dello smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi (dalla spazzatura all'amianto, alle scorie radioattive); esaurimento tendenziale di certe risorse non rinnovabili e aumento incontrollato dei consumi energetici; crescita demografica esponenziale. Le minacce incombenti si moltiplicano: al “buco dell'ozono”, diventato ormai voragine, s'è aggiunto lo scioglimento dei ghiacciai e dei ghiacci marini, destinato a fare crescere il livello dei mari e degli oceani di qualche millimetro all'anno, prefigurando un futuro segnato geograficamente dalla sommersione di tutte le attuali pianure del pianeta.

Una recente conferenza avente per tema “i cambiamenti climatici nel XXI secolo”, dando per scontata la rilevanza del nesso che lega la salute umana alla salute planetaria, si è interrogata circa “il futuro per la salute del pianeta Terra e dell'uomo”. Scienziati, specialisti del settore e uomini politici con responsabilità di governo hanno preso atto della mutazione glo-

bale del clima, innescata dall'aumentata concentrazione di "gas serra" nell'atmosfera e resa manifesta dal diffondersi di cicloni, uragani, alluvioni e dall'aumento di frequenza delle ondate di caldo. "L'ultimo ciclone a spaventare l'Europa è stato Kyrill, il 18 gennaio 2007. Epicentro in Germania e conseguenze anche in Olanda, Belgio e Gran Bretagna. Venti fino a 200 chilometri orari e decine di vittime. Solo pochi anni prima, nel 2003, l'Europa è stata soggetta all'estate più calda degli ultimi 150 anni. Più di 30.000 morti sono attribuite a questa ondata di caldo, che determinò anche una catastrofica riduzione di raccolti e un aumento di incendi su larga scala. I mari sempre più caldi scatenano uragani e cicloni più intensi in ogni parte del pianeta. Nel solo 2004 si sono contate 116 calamità naturali gravi, più del doppio rispetto alle 40-50 avutesi in media tra il 1970 e il 1985. Aumentano le alluvioni perché dove prima pioveva, ora diluvia. [...] Artide e Antartide si sciogliono: il 5 marzo 2002 un iceberg grande come la Valle d'Aosta si è staccato dalla calotta polare, i ghiacciai alpini stanno scomparendo come gran parte delle nevi del Kilimangiaro, le siccità aumentano e si allargano i deserti, mentre il destino di Shanghai, Calcutta, New York, Venezia [città, quest'ultima, sede della conferenza] è forse quello di essere sommerse." Con ulteriore riferimento alle ripercussioni sanitarie in Europa, "il maggior numero di vittime è stato registrato in Italia (38%), seguita dalla Spagna (20%) e dalla Francia (17%)". Censito tutto ciò, ci si è chiesti "cosa fare per limitare il cambiamento climatico sotto la soglia di pericolo". La risposta è stata l'affermazione che la sfida "va affrontata nella maniera più rigorosa e approfondita in tutti i suoi aspetti".¹⁶

La presa d'atto da parte della comunità scientifico-politica non è un esplicito atto d'accusa contro i modelli della società consumistica e contro la dissipazione di risorse da parte delle "cicale dell'ambiente". A quest'ultimo riguardo è legittimo chiedersi se sia giustificato inferire dagli eventi calamitosi precipitati, e da altri consimili, "un calendario da *fine dell'ambiente*, come quello che la vulgata attuale sta enfatizzando", perdendo memoria che "esiste un carattere eminentemente storico

delle relazioni tra natura e società” onde non è lecito incriminare le forze avverse della prima senza criminalizzare le forze avverse della seconda.¹⁹

Giustamente, c'è chi “rifiuta i toni combattivi, il radicalismo e la sicumera che caratterizzano la grande maggioranza dei quasi quotidiani discorsi sul clima” e “molto saggiamente paragona l'attività del meteorologo a quella di un medico il quale, dopo l'anamnesi [la storia] e la visita [l'osservazione] formula un'ipotesi sugli esami da fare per decidere una diagnosi e una cura”, prendendo le debite distanze dalla “totale assenza di scrupoli di una classe scientifica che sembra essere molto più attenta a mantenere in piedi una fonte di finanziamento che al problema se il [suo] metodo d'indagine sia corretto”.²¹

La *questione ambientale*, “ormai emersa come problema di vitale importanza per la comunità nazionale e internazionale”, è una “questione di vita” che interessa la medicina, per i “riflessi che il danneggiamento dell'ambiente può produrre sulla qualità della vita e sulla salute”, e che investe la bioetica, con particolare riguardo all'*etica ambientale*, che è “quella parte dell'etica che si propone di individuare quali debbano essere le corrette relazioni tra l'uomo e l'ambiente naturale”. A parte il rifiuto di quest'etica da parte di chi addirittura contesta l'esistenza della “specificità” questione, negando un'evidenza ch'è sotto gli occhi di tutti, c'è un'*etica ecologista*, che afferma i “diritti della natura” e le “leggi della biosfera” a cui bisogna ottemperare, e c'è un'*etica ambientalista* che pur riconoscendo tali leggi e diritti, tuttavia “non ritiene che l'ecologia sia in grado di fondare norme etico-sociali né, tanto meno, di condizionare le decisioni politiche in materia ambientale”.²²

Le emergenze impongono un cambiamento sia dei sistemi di produzione sia di quelli di consumo, nell'interesse comune e per uno “sviluppo sostenibile”, tendente a preservare il patrimonio ambientale da ogni “minaccia ecologica” evitando sia spreco di risorse sia sfruttamento di risorse non rinnovabili. Una responsabile *coscienza ambientale* è oggi fondata sulla “consapevolezza del dovere di non danneggiare l'ambiente per non subire danni alla salute (*diritto alla salute*), quindi ver-

so la consapevolezza che l'uomo come specie – e quindi anche le generazioni future – deve poter godere di un ambiente migliore (*diritto all'ambiente*), e infine verso la concezione dell'ambiente come un bene in se stesso, un'entità autonoma che ha diritto alla propria esistenza (*diritto dell'ambiente*).²²

Da queste considerazioni etico-giuridiche emerge chiaramente l'opportunità o necessità di dare una valutazione integrata di ambiente e salute, la quale faccia perno su una "coscienza ambientale" collettiva e su una "scienza ecologica" che dia nerbo alla medicina. Ci si chiede come tale necessità si traduca in concreto nella "valutazione di rischio e d'impatto sulla salute derivanti da attività antropiche e da gestione del territorio"; si constata che "una gestione articolata della tutela della salute da fattori ambientali [...] è tuttora penalizzata da una disattenzione istituzionale"; si rileva che "in assenza di un sistema forte e organizzato sarà sempre più difficile ottenere risultati significativi in una materia che ha i caratteri di una sfida scientifica [...] a garanzia del benessere collettivo delle generazioni attuali e future".²³

La breve preistoria dell'odierna "sfida scientifica" non può trascurare la menzione dell'altra sfida, intrapresa da oltre un trentennio dai movimenti ambientalisti. Senza ombra di dubbio, il primo documento rilevante di questa nuova sensibilità verso le "minacce chimiche" incombenti sulla natura è stata l'opera di Rachel Carson *Primavera silenziosa* (edita negli Stati Uniti nel 1962 con il titolo *Silent Spring*), cui ha fatto seguito, nove anni dopo, una prima sistematizzazione dell'ecologia, intesa come scienza critica e istanza politica, da parte di Barry Commoner con l'opera *Il cerchio da chiudere* (edita negli Stati Uniti nel 1971 con il titolo *The Closing Circle*). Una prima eco ufficiale della nuova coscienza ambientale si è avuta quasi contemporaneamente, nel 1970, in occasione della prima "Giornata internazionale della Terra", una eco ribadita due anni dopo nel Rapporto sui limiti dello sviluppo del Club di Roma.²⁴

La breve preistoria non può nemmeno far dimenticare

l'apporto che al formarsi della nuova coscienza ambientale è stato tristemente fornito, in Italia, dall'*incidente ecologico* del 10 luglio 1976, quando a Seveso, nella lombarda terra di Brianza, una *nube tossica*²⁶ fuoriesce dal reattore di una fabbrica, l'ICMESA (Industrie Chimiche Meda S.A.), afferente al gruppo chimico-farmaceutico multinazionale Hoffmann-La Roche. La "nube tossica" riversa nell'ambiente un veleno, la diossina, che è un prodotto di scarto di un diserbante chimico, il "triclorofenolo". Ma il guasto ambientale non è solo alla vegetazione; il danno di gran lunga maggiore è quello sanitario. L'effetto dannoso si appalesa nell'immediato come una dermatosi tossica, la cloracne, e si manifesta a distanza di tempo con un'aumentata incidenza nella popolazione colpita di neoplasie di vario tipo e di altri danni somatici, nonché di danni genetici che saranno scontati dalla discendenza. Si parla, a ragion veduta, di *ecocidio*.²⁷

È un'anticipazione, su scala ridotta, di quel che avviene sette anni dopo a Černobyl, in Ucraina vicino al confine con la Bielorussia, dove un disastro nucleare da malfunzionamento di un reattore provoca immani guasti all'ambiente e alla popolazione, con tre milioni di individui colpiti da radiazioni, dei quali molti, a distanza di tempo, affetti da tumori o immunodepressi.²⁸

Da qui, attraverso il susseguirsi anno dopo anno di tutta una serie di resoconti e di denunce sensibilizzanti l'opinione pubblica sulla *crisi ecologica* minacciante il nostro pianeta, è stata portata gradatamente maggiore attenzione a tale crisi incombente da parte degli Stati più consapevoli e responsabili fra quelli tecnologicamente e industrialmente più sviluppati. Alla loro coscienza di "etica della polis" si è imposta via via sempre più impellente la necessità di far fronte alla *questione ecologica* come a uno dei "massimi sistemi" o problemi etico-politici concernenti l'esistenza e la sopravvivenza dell'uomo sulla Terra.

I rappresentanti delle maggiori potenze tecnologiche e industriali si sono riuniti per dibattere tali problemi nel 1988 a Tokyo, nel 1992 a Rio de Janeiro, nel 1997 a Kyoto, dove è sta-

to raggiunto un accordo – il “Protocollo di Kyoto” – finalizzato alla graduale riduzione delle emissioni dei gas responsabili del “buco dell’ozono” e dell’“effetto serra”. Il protocollo non è stato però sottoscritto da alcuni paesi tra cui quello più tecnologicamente e industrialmente avanzato, gli Stati Uniti d’America.²⁹ Qui si è peraltro progressivamente allargata la *platea ecologista*, che ha portato nel 1999 al formarsi del cosiddetto “popolo di Seattle” (città statunitense in cui, nel mese di novembre di quell’anno, oltre mezzo milione di persone hanno manifestato contro il vertice dell’Organizzazione mondiale del commercio).

L’insieme dei gruppi di contestazione ha svolto ed esercitato una “critica della crisi” sfociata in dura polemica contro gli aspetti anti-ecologici della tecnologia incontrollata e dell’industrialismo massiccio. All’alba del terzo millennio è costante il rilievo che “a ogni riunione internazionale c’è il popolo di Seattle che protesta” e ci sono “i Verdi e i *Greenpeace* che sorvegliano terre e mari”.³⁰

“Per l’ambiente gli uomini sono responsabili, e i medici due volte”, scrive il 13 marzo 2007 l’“ISDE Italia”, sezione italiana dell’*International Society of Doctors for the Environment*, sottolineando l’importanza di un ecologico “impegno dei camici bianchi” contro tutte le “fonti di contaminazione [ambientale] nelle quali occorrerà intervenire in modo drastico se si vorranno eliminare gli effetti nocivi sulla salute”. Rileva il presidente dell’Associazione, Roberto Romizi: “Dai medici di medicina generale sappiamo che sono in aumento le patologie tumorali” e “i colleghi pediatri evidenziano un costante aumento della patologia respiratoria infantile in zone ad alto inquinamento”.³¹ Si evince la necessità, per i medici, di “essere in prima linea nel monitorare gli effetti dell’ambiente sulla salute” e la necessità, per la medicina, di riconoscere nell’ecologia – e nella scienza dell’evoluzione a essa correlata – la base fondativa di una comprensione “globale” della natura, ivi compresa quella umana.

È una “globalizzazione culturale” che muove dal passato, ma che si proietta nel futuro attraverso una progettazione ri-

spettosa dell'ambiente e, subordinatamente ma non secondariamente, riguardosa della salute umana con esso integrata. La tutela della salute passa anche attraverso la difesa della salubrità ambientale. La sanità è anche ecologia; e "la medicina può, con le cure e più ancora con la prevenzione, contrapporre l'ingegno della salubrità ai malefici dell'arretratezza e alle distorsioni del progresso".¹²

Voci consonanti risuonano alla Conferenza internazionale sul cambiamento climatico (Roma, 12-13 settembre 2007) promossa e organizzata dalla FAO. Il clima presenta più che mai il suo conto "rovente". Si levano voci allarmate, allarmistiche. Si dice che l'ambiente ha la febbre e che l'Italia, che d'inverno è ancora Europa, d'estate diventa Africa. Si prevede che i luoghi di vacanza muteranno fisionomia: le località balneari estive saranno più torride e quelle invernali sportive perderanno il fascino delle nevi. Ma le fosche previsioni interessano non solo i vacanzieri, interessano tutti. I guasti alla salute prodotti dal surriscaldamento si compendiano in una stima, da parte dei medici, tanto attendibile quanto, paradossalmente, "agghiacciante": per ogni grado di temperatura (ambientale, non somatica) in più, l'aumento della mortalità sarà pari al 3%.

È proprio il caso di dire: *vedrà, chi vivrà*.

5

ECONOMIA E MEDICINA

S'è detto che della "casa" (dei viventi) od *oikos*, da cui "eco", l'ecologia è il *logos*, cioè il "discorso" ovvero la scienza che ne studia lo spazio, il tempo e le relazioni di chi ci vive. Con pari ascendenza etimologica si può dire che della stessa "casa" (dei viventi) l'economia è la scienza che studia la "regola" – la "norma" o *nomia* – esprimendone i principi e i valori, i metodi e i modi di applicazione. Come l'ecologia è scienza dell'ambiente con stretta attinenza alla salute dell'uomo, così l'economia è una scienza con una propria versione, l'economia sanitaria, che altrettanto strettamente compete alla tutela della salute medesima.

"L'economia sanitaria è un settore piuttosto vasto, una branca dell'economia che si è sviluppata negli anni Sessanta [del Novecento] e che ha più anime e ambiti di applicazione [...]. Il primo ambito, che è anche il più generale, è la gestione delle risorse; il secondo è dedicato agli aspetti gestionali di tipo aziendale; il terzo è la valutazione economica degli interventi sanitari, cioè l'analisi dei costi sostenuti in rapporto ai benefici."¹

Tenuto nel debito conto questa datazione e delimitazione d'ambito disciplinare, è fuor di dubbio che medicina e sanità da un lato, intese come pratiche volte alla tutela della salute individuale e collettiva, ed economia dall'altro, intesa come regola delle risorse disponibili, sono legate fra loro in un rapporto molto stretto, ma in passato poco recepito e poco problematizzato, sia nel mondo medico, sia nel mondo economico.

Nella Grecia del V secolo a.C., culla della medicina laica occidentale, l'ippocratico *iatros*, cioè il medico, era destinatario, per le cure da lui prestate al privato cittadino, di un obolo, monetario o in natura, simboleggiato dal gallo che Platone, nel *Fedone*, fa menzionare a Socrate nell'ultimo discorso agli amici: "Noi siamo debitori di un gallo a Asclepio [semidio della medicina], dateglielo e non ve ne dimenticate".²

Ma, a fronte dell'obolo tutto sommato facoltativo che dai pazienti curati riceveva lo *iatros*, questi percepiva dalla *polis* una retribuzione – lo *iatrikon* – per la quale s'impegnava ad assicurare la propria presenza nello *iatreion*, cioè nella bottega vicina alla piazza, all'*agora*, e lontana dalla città alta, dall'acropoli, dove nel tempio della salute il sacerdote asclepiade esercitava una medicina ieratica, sacra, del tutto concorrenziale rispetto alla propria, laica e profana.

In bottega, cioè in ambulatorio, lo *iatros* esercitava infatti una laica e profana *techné iatriké*, cioè l'"arte della cura", una tecnica artigianale per gli aventi bisogno, una pratica per tanti versi non dissimile dalle altre *technai*, come la *techné georgiké*, "arte georgica" di curare le piante, e come la *techné kibernetiké*, "arte cibernetica" di pilotare l'imbarcazione tra le procelle, verso l'approdo nel porto sicuro.

In cambio dello *iatrikon*, lo *iatros* si impegnava anche a rinunciare al gallo, cioè all'obolo od onorario, nel caso di pazienti non abbienti; e barattava, attraverso una ponderata contrattazione, la propria disponibilità con l'usufrutto dello *iatreion*, con l'esenzione dalle tasse, con la fruizione del diritto di cittadinanza. Un oculato bilancio economico presiedeva all'esercizio del mestiere di medico; e come contrappasso dell'equa retribuzione iniziava in taluni la tendenza a lucrare.

Già Pindaro nella terza *Ode Pittica*, scritta nel 474 a.C., pochi anni prima della nascita d'Ippocrate, denunciava la tentazione del lucro assillante di alcuni medici. Scriveva che "pure il sapere è messo in catene dal guadagno", tant'è che ne fu sedotto perfino un semidio come Asclepio, l'Esculapio dei latini, il quale subì l'attrazione fatale dell'"oro che apparve nelle sue mani".

Fu, questa di Pindaro, l'inaugurazione di una storiografia

iatrocritica o iatrofobica in chiave monetaristica, che doveva dipanarsi nel corso dei secoli attraverso Plauto, Catone il Censore, Petrarca, Ramazzini. Francesco Petrarca rilevò che il giallore dell'oro, riverberandosi nello sguardo del medico, impediva a costui di diagnosticare correttamente nelle sue diverse gradazioni il giallore dell'urina durante l'uroscopia. Bernardino Ramazzini, autore nell'anno 1700 di un celebre trattato "sulle malattie dei lavoratori", scrisse, stigmatizzando quei colleghi che si ritenevano soddisfatti solo quando rincasavano con le tasche piene di zecchini, che "i medici non stanno mai tanto male quando nessuno sta male".²

Mutati i tempi e i luoghi, se dalla *polis* greca passiamo alla realtà rurale dell'Alto Medioevo, in un mondo privo di medicina ufficiale (quella romana s'era imbarbarita con le invasioni) troviamo che l'arte della cura è passata di mano, gestita o da empirici itineranti o da monaci stanziali, questi ultimi residenti in quei cenobi, o centri di vita monastica associata, che erano i conventi abbaziali, luoghi dell'*Ora et labora* benedettino, retti dalla *Regula Benedicti*. Questa "regola" prescriveva, al capitolo XXXVI: "*Infirmis ante omnia et super omnia, omnis cura adhibenda est*", "prima di tutto e soprattutto bisogna prendersi cura dei malati".

Recitava ancora la regola: "*Omnibus congruus honor exhibetur*", "a tutti sia riservato il giusto onore". Tale "giusto onore" introduceva, nella pratica dell'accoglienza e dell'assistenza, una differenziazione tra l'*affectus* riservato al povero e l'*obsequium* riservato al potente. Il *portarius*, o monaco preposto all'accettazione, si sdoppiava all'atto pratico nelle due figure e funzioni dell'*elemosynarius*, addetto ai *pauperes infirmi* da trattare in modo egualitario, e dell'*hospitalarius*, addetto agli *hospites* da trattare in modo differenziato e personalizzato.

I "poveri infermi" erano sistemati nell'*hospitium pauperum*; gli "ospiti" invece nell'*hospitium hospitum*. Agli uni e agli altri non venivano lesinate affabilità, benevolenza, larghezza di cure, prestate *cum bilaritate, libente animo et cum largitate*; né veniva lesinata la gratuità delle cure medesime e della ristorazione di virto e di letto; né veniva lesinata la gra-

tuità delle cure medesime, le quali venivano prestate ai ricchi con pari dedizione, ma dietro congruo compenso, secondo il principio di un'etica caritativa che non escludeva, anzi includeva, una retribuzione calibrata *ad personam*.

Nella ricognizione storica tratteggiata fin qui s'intravedono già due diversi filoni di futuro svolgimento della prassi medico-sanitaria *sub specie* "economica": una linea zigzagante e ambigua, *sub specie* "monetaria", fatta di contabilità e guidata dalle idee di retribuzione e di profitto, e una linea diritta a senso unico, *sub specie* "etica", fatta di investimenti lungimiranti e orientata da criteri di proba organizzazione e gestione.

Nell'età tra Basso Medioevo e Rinascimento, nella quale in Italia gli ospedali toscani e padani conobbero la grande *reformatione* che li promosse da "alberghi dei poveri" a "fabbriche di salute", si registrò, tra le tante innovazioni, l'ingresso in ospedale, accanto agli *infirmarii* che assistevano gli *infirmi* da secoli, di una figura sanitaria nuova, quella del medico ospedaliero. Il suo compito era quello della cura e della diagnosi differenziale tra "mali interni", di competenza che oggi diremmo internistica, e "mali esterni", di competenza chirurgica; ma il suo ufficio principale era un altro, dettato da ragioni di economia sanitaria.

Scriveva, a questo proposito, il priore Gian Giacomo Gilino nella *Relazione ai deputati dell'Ospedale Grande di Milano* nel 1508 (primo documento a stampa sull'ordinamento e funzionamento di un grande e moderno nosocomio): "La forma adunca presa a questa *reformatione* è stata in questo modo". Essendo le malattie "o cronice o de qualità che presto son terminate, vel con salute, vel con morte, queste de presta terminatione son designate al *hospitale grande*"; invece i "mali de altra qualità, quali vogliono tempo, hano la receptione sua separata".¹

È detto esplicitamente che tra i malati, a prescindere dal fatto che tutti dovevano essere premurosamente assistiti, gli *acuti*, suscettibili di guarigione, dovevano essere ricoverati nell'*ospedale maggiore*, principale e centrale, mentre i *cronici*,

inguaribili e invalidi, la cui salute piena non poteva essere recuperata o la cui salute residua necessitava di prolungata assistenza, dovevano essere ricoverati negli *ospedali minori*, satelliti e decentrati. La "riforma" da poco realizzata non doveva essere vanificata ritrasformando i nuovi ospedali rinascimentali in vecchi ospizi di medievale memoria. Il Rinascimento, se voleva essere tale anche nel campo ospedaliero, non doveva ripiombare nell'ambito della ospitalità e della carità indifferenziate.

Questo resté descritto fu l'aspetto organizzativo e gestionale di una economia sanitaria che metteva al primo posto i problemi interconnessi della presenza medica in ospedale e del collegamento fra il territorio e la rete degli ospedali territoriali, da quello "maggiore" per malati bisognosi di pronto soccorso e di cure intensive a quelli "minori" per malati afflitti in massima parte dalle tre grandi piaghe inguaribili: la marginalità legata soprattutto alla follia, la fanciullezza legata all'abbandono, la "incurabilità" legata alla nuova malattia a trasmissione sessuale, la sifilide. Si trattò, a ben vedere, di una problematica complessa, contemplante una oculata distribuzione e amministrazione delle risorse disponibili, in un quadro di politica ed economia sanitaria adeguato ai tempi.

Gli aspetti di politica ed economia sanitaria, sia ospedalieri sia territoriali (dalla rete nosocomiale alla distribuzione delle condotte mediche), hanno trovato un'attenzione crescente, a partire dal maturo Settecento, nei paesi dove la "sanità pubblica" è stata sempre più recepita come l'"arte di difesa" di una popolazione considerata dal pensiero economico come una "ricchezza delle nazioni" (Adam Smith, 1776) da conservare e incrementare. L'incremento demografico e l'aumento di potere ("il numero è potenza") erano da promuovere attraverso una tutela della salute collettiva "dalla culla alla tomba", secondo un indirizzo di politica ed economia sanitaria fondato su un "sistema completo di polizia medica" (Johann Peter Frank, 1779) applicato dai sovrani illuminati ai loro popoli.⁵

La popolazione, assistita lungo tutto l'arco dell'esistenza,

dalla prima infanzia all'ultima dimora, veniva posta al centro di un interesse riformatore in cui l'economia fungeva da tramite tra l'istituzione governativa e la pratica medica. Il medico era ormai visto in una luce nuova, come l'intermediario tra il legislatore *savant*, il *philosophe*, e l'individuo vivente in società, promosso da suddito a *citoyen*, non solo portatore di bisogni, ma anche titolare di diritti. Medicina e sanità erano diventati campi da coltivare con criteri non solo tecnico-scientifici, ma anche etico-economici. A ciò giovava la neonascente statistica medica, la quale, a sua volta, approntava strumenti per l'epidemiologia in gestazione.

La *statistica medica* studiava la diffusione delle malattie con l'ausilio della matematica (l'applicazione di questa allo studio dei fenomeni biologici sarà detta *biometria*). Tra i precursori si annoverano il cugino di Charles Darwin, Francis Galton (1822-1911), più noto come fondatore dell'eugenetica o "eugenica", e, dopo di lui, il suo connazionale Karl Pearson (1857-1936). Prima di lui, in Francia, Louis-René Villermé (1782-1863) aveva dimostrato che i tassi di mortalità a Parigi variavano da quartiere a quartiere in funzione delle condizioni economiche (e igieniche) della popolazione. In Inghilterra Edwin Chadwick (1800-1890) aveva sottoposto al *Poor Law Board* un rapporto sullo stato di salute degli abitanti di Liverpool, da cui risultava che la durata media della vita era di 35 anni per gli abbienti e di 15 per i poveri. Nello stesso contesto socioeconomico, scosso dai contraccolpi morbigeni della rivoluzione industriale, Friedrich Engels (1820-1895), nello scritto *La condizione della classe operaia in Inghilterra* (1844), aveva dato rilievo alle pessime situazioni economiche (e sanitarie) delle masse lavoratrici nelle città industrializzate.

Anche l'*epidemiologia* aveva i suoi precursori, tra cui addirittura un astronomo come Edmund Halley (1656-1742), un fisico (e matematico) come Daniel Bernoulli (1700-1782) e un matematico (e uomo di fede) come Thomas Bayes (1702-1761). Quest'ultimo aveva elaborato un teorema in base al quale era possibile calcolare le probabilità di un evento E con-

dizionato da un altro evento A.⁶ Tale teorema è tuttora di fondamentale importanza, tanto più da quando al concetto deterministico di causa patogena si è sostituito il concetto probabilistico di fattore di rischio.⁷

L'approccio *epidemiologico-statistico* si è affermato, nello studio dei fenomeni della vita, per tutto il corso dell'Ottocento. Ha superato gli ostacoli frapposti alla difficoltà di far rientrare tali fenomeni, governati da grande variabilità biologica e clinica, nel determinismo fisico-matematico della meccanica classica, sul quale Claude Bernard ancora fondava il criterio di scientificità della sua "medicina sperimentale". Prima che in campo biologico assumesse grande rilevanza epidemiologica l'opera di Darwin, in campo clinico ne aveva assunto una non meno grande l'opera di Pierre-Charles-Alexandre Louis (1787-1872), il quale aveva dimostrato che il metodo quantitativo proprio della statistica era indispensabile per studiare un fenomeno qualitativo come la malattia, la quale, inoltre, andava intesa non solo come un evento a sé stante, ma anche come evento collegabile e comparabile ad altri, come, in prospettiva, quelli igienici ed economici.

Dimostrando l'inutilità del salasso nella terapia della polmonite e dell'crisipela, Louis, medico al parigino Hôpital de la Pitié, aveva scritto nel 1835: "Si consideri, per esempio, che, nel corso di una malattia qualunque, cinquecento malati, scelti indistintamente fra quelli colpiti dall'affezione dominante, siano stati sottoposti a un dato trattamento, e cinquecento altri, scelti allo stesso modo, abbiano seguito un trattamento diverso: non si dovrà forse concludere, se fosse morto un più gran numero di malati fra i primi che fra i secondi, che il trattamento dei primi era inferiore all'altro? Lo si dovrà necessariamente, perché con gruppi di soggetti così considerevoli si saranno necessariamente verificate circostanze simili; e, tutto essendo egualmente distribuito [*ceteris paribus*] fuorché il trattamento, la conclusione sarà rigorosa". Quanto agli "errori inevitabili, essendo gli stessi per i due gruppi di malati trattati con procedure differenti, essi si compensano e possono essere trascurati senza alterare sensibilmente l'esattezza dei risultati".⁸

Nel passo citato è indicata con chiarezza la ripartizione casuale dei soggetti da studiare in due gruppi confrontabili e suscettibili di applicazione statistica (sperimentazione randomizzata): esso viene pertanto considerato l' "archetipo dell'epidemiologia moderna". Formatosi dall'insegnamento di Louis, due medici inglesi, William Farr e William August Gay, applicarono allo studio della patologia i metodi descrittivi e analitici dell'epidemiologia. Farr fu chiamato a dirigere a Londra l'Ufficio nazionale di statistica. Al 1850 risale la fondazione della London Epidemiologic Society. A un altro medico inglese, John Snow, si devono i primi studi epidemiologici "capaci di giungere a fondamentali scoperte eziologiche e a promuovere importanti realizzazioni preventive senza bisogno di conoscere i meccanismi biologici delle relazioni causa effetto".⁹

Anche in Italia, sul finire dell'Ottocento, si registravano in campo clinico, oltreché in campo igienico-sanitario per opera di medici attivamente partecipi del movimento igienista europeo, quali Angelo Celli (1857-1914) e Luigi Pagliani (1847-1932), sia un tentativo di matematizzazione della medicina, sia l'affermazione di principio che tra medicina ed economia esiste un nesso stringente.

Il tentativo di matematizzazione era quello di Achille De Giovanni (1838-1916), clinico medico a Padova, assertore di un "metodo morfologico-clinico" che diceva "fondato sopra base immutabile, costituito da criteri generali indiscutibili, vicini al metodo matematico", quello stesso applicato nel 1871 all'antropometria dal belga Lambert Adolphe Jacques Quételet (1796-1874).¹⁰

L'affermazione di principio era quella di Augusto Murri (1841-1932), clinico medico a Bologna, portatore dell'istanza che il medico deve coltivare "non la scienza per la scienza, ma la scienza tutta per l'umanità", con il corollario etico-sociale ed economico che lo induceva a formulare la domanda: "Chi più di lui è persuaso delle strettissime relazioni che corrono tra lo stato economico e igienico, tra le condizioni fisiche e morali dell'uomo?".¹¹

Nel primo Novecento Benedetto Croce (1866-1952), esponendo il proprio pensiero filosofico nella tetralogia intitolata *Filosofia dello spirito*, dava il titolo *Filosofia della pratica* (Bari 1908) al tomo III, sottotitolato *Economia ed etica* quasi a significare che queste due categorie dello spirito erano come le due facce di una stessa pregiata moneta da investire nel patrimonio dell'umanità e quindi anche nell'attività pratica dell'uomo (anche nella pratica medica?).

La pratica medica è stata sempre vista come una pratica guidata da eticità ed economia, intesa quest'ultima nell'accezione aristotelica di *oikou nomia* o "regola della casa" (come si è detto all'inizio di questo capitolo). Tale regola conteneva già in sé una valenza etica, come ben sa chi governa una casa secondo criteri non tanto di economia contabile, quanto di equilibrio bilanciato tra risorse e valori, tra avere e (ben)essere. Questa armonia tra bisogni e benefici era alla base del concetto di *medietas*, cioè del "giusto mezzo" teorizzato già da Aristotele nell'*Etica nicomachea* e poi ripreso dal filosofo e medico ebreo Mosè Maimonide (1135-1204) nella sua celebre *Guida dei perplessi*.¹² Oggi "economia ed etica" è, in medicina, il binomio centrale di una problematica fattasi critica ma destinata più che mai a influenzare le scelte in una sanità articolata o divaricata tra decisioni eticamente guidate e disponibilità delle risorse economiche.

Il clinico De Giovanni, verosimilmente per propensione alla misura matematica del corpo umano (antropometria) traslata a commisurare il "giusto mezzo" anche in campo medico-sanitario, si rivelava *Homo oeconomicus* ravvisando il "mezzo giusto" per rinnovare l'istituzione ospedaliera nel riconoscere che "l'ospedale è una *azienda*" e nell'agire di conseguenza, aziendalizzandolo. De Giovanni precisava, peraltro, che l'"azienda ospedaliera", per ben funzionare, doveva essere "affidata a menti meno caudiche e a mani meno massaic".¹³

Il concetto di *azienda ospedaliera*, dunque, è nato nel mondo medico assai prima che nel mondo economico. Nel 1964 la Commissione per la riforma ospedaliera, di cui era presi-

dente Achille Mario Dogliotti (1897-1966), clinico chirurgo a Torino, postulava l'abbandono di ogni forma arretrata di assistenza, affermando la necessità di "trasformazione dell'opera pia di crispana memoria, ma in molti casi ancora attuale, in una azienda".¹¹ La configurazione aziendalistica, che il clinico chirurgo non esitava a proporre, privilegiava una produttività sanitaria a dominante indirizzo terapeutico-riparativo (farmacoterapico e chirurgico), peraltro senza una precisa indicazione circa la cornice epidemiologica e la prospettiva etico-economica.

Oggi l'ospedale è una "azienda", come lo sono le ASL, le Aziende Sanitarie Locali che coprono tutto quanto il territorio nazionale gestito dalla sanità pubblica. Il loro buon funzionamento andrebbe però valutato non in termini di spesa-ricavo e di produzione di prestazioni, secondo criteri di economia contabile, ma in termini di investimento e di produzione di salute, secondo criteri di etica economica. È dagli anni Sessanta del Novecento (come si è detto ancora all'inizio di questo capitolo) che l'economia ha incominciato ad applicare i propri principi teorici e strumenti analitici alle peculiarità di un settore complesso come quello sanitario, innervato da problemi etici (più recentemente "bioetici") attinenti alla salute.

Fino a tale data approssimativa, "l'avvio e lo sviluppo della legislazione di carattere sociale e previdenziale, compresa quella capace, almeno in parte, di evitare alla salute [...] i contraccolpi dannosi dell'industrializzazione, dell'urbanizzazione e di alcuni aspetti del progresso tecnico e della diffusione dei consumi", erano stati "sottoposti a rigide analisi di compatibilità economica e subordinati al mantenimento degli interessi dominanti". A partire da tale data approssimativa, "è emerso e si sta facendo strada, ma con grande difficoltà a livello culturale e scientifico oltreché applicativo, un processo diametralmente opposto al precedente", orientato secondo criteri di compatibilità flessibile e teso sempre a far "prevalere, anche sotto l'aspetto dell'interesse economico generale, la priorità [...] della valutazione dell'impatto sulla salute di ogni nuova attività intrapresa".¹²

Negli anni Settanta hanno rilevanza, anche in Italia, le tesi contenute nel libro di Archibald Cochrane *L'inflazione medica*, poi ripubblicato con il titolo originario *Efficienza ed efficacia*.¹⁰ Esse favoriscono la presa di coscienza di una questione attinente all'economia e all'etica di ogni azienda e, più in generale, di ogni attività sanitaria: è una questione destinata a riproporsi negli anni successivi al centro dei dibattiti di medici ed economisti e alla ribalta dell'opinione pubblica. Attiene appunto ai concetti e criteri di efficienza ed efficacia. "Efficienza" è il rendimento di un'attività sanitaria, inteso come rapporto costi/benefici, questi ultimi valutati in termini di riduzione della mortalità, della sofferenza, della disuguaglianza di fronte alla malattia. "Efficacia" è l'idoneità della medesima attività a modificare in meglio il decorso di una malattia o la qualità della vita.

Sulla qualità della vita, e precisamente circa l'opportunità e le modalità di fissarne per convenzione un'unità di misura da utilizzare in economia sanitaria, si è acceso negli anni Ottanta un dibattito tra economisti ed eticisti echeggiato dalle pagine del *Journal of Medical Ethics* (anno 1987 e seguenti). "Noi abbiamo bisogno di una semplice e versatile misura", scrive Alain Williams, economista nell'Università di York: "una misura che incorpori tanto l'aspettativa di vita quanto la qualità della vita, e che rifletta i valori e le etiche della comunità". Egli fissa tale unità di misura nel QALY (*Quality Adjusted Life Year*)¹¹ che letteralmente significa "qualità di un anno di vita aggiustata", ma che in senso lato vuol dire "un anno di aspettativa di vita in condizioni soddisfacenti". L'economista motiva l'esigenza di tale misura con l'opportunità o necessità che nella società dell'oggi o del domani – una società egualitaria, con diritti civili e valori etici, ma con sempre più scarse risorse a disposizione – esista una "scala di priorità nel sistema generale di cura della salute".

Il dibattito si è acceso tra quegli "economisti" che, come Williams, sostengono la "responsabilità di ciascuno nel far sì che le nostre limitate risorse siano indirizzate là dove esse sono in grado di produrre il massimo bene possibile" e quegli

“eticisti” che, come John Harris del Centro di etica sociale nell’Università di Manchester, sostengono invece che “quando si distribuiscono risorse sanitarie non si deve discriminare tra i riceventi e addirittura non si deve tener conto delle capacità differenziali di trarre benefici dai diversi trattamenti”.⁶

La questione è di gran conto, ed è tra quelle che maggiormente travagliano la “società del benessere”. È il problema, fattosi urgente, di come meglio utilizzare in campo medico-sanitario le limitate risorse disponibili; è il problema, ad altro e più alto livello, di come coniugare efficienza ed equità, trasformando la prima in efficacia e facendo della seconda una scelta morale. Si tratta di trovare il punto di fusione calda tra “economia ed etica”, come indicato cento anni fa da Benedetto Croce.

“Ogni società, conformemente ai suoi valori e alle sue tradizioni, deve conciliare gli sforzi verso l’efficacia e l’equità in campo sanitario con obiettivi generali quali la democrazia, la libertà personale, la solidarietà”: è quanto scrive, applicando la sua riflessione di economista all’ambito della salute, Victor Fuchs, professore emerito alla californiana Stanford University.⁷

Fuchs sottolinea due rischi incombenti: da un lato, lo “zoo” di un sistema sanitario pubblico dove la tutela della salute sia garantita per legge, ma dove la spesa relativa resti incontrollata; dall’altro, la “giungla” di un sistema sanitario più libero, dove le assicurazioni private siano però determinanti e dove i cittadini restino in balia delle regole, non sempre provvide e talora spietate, del libero mercato. Se nello “zoo” della salute l’attesa delle prestazioni tende a protrarsi e il loro livello tende ad abbassarsi con il deperire delle risorse, nella “giungla” sanitaria l’asse di equilibrio della doverosa equità tende altrettanto facilmente a incrinarsi e a spezzarsi. A farne le spese sono, in entrambi i casi, le fasce più deboli della popolazione.

La medicina odierna contribuisce in misura rilevante ad aumentare la quantità di vita e a migliorarne la qualità. Ciò spesso comporta costi elevati, pienamente legittimi e anzi doverosi, poiché “la salute non ha prezzo”. Ma questa può talo-

ra migliorare con investimenti più oculati e produttivi di certe spese e anche in virtù di comportamenti individuali e collettivi meno costosi. Il che è ancor più vero se si pensa che la legge dei rendimenti decrescenti mostra che, oltre un certo limite, quanto maggiore è la spesa, tanto minore è la sua redditività. Ne consegue che il boom tecnologico della medicina odierna, con il corrispettivo aumento incontenibile della spesa sanitaria, rischia di essere pagato, oltreché da una crescente insoddisfazione di utenti ed esercenti in termini di "benessere", da un decremento redditizio della spesa stessa in termini di "economia".

È comunque bene avvertita, a partire dagli anni Novanta a tutt'oggi, una duplice necessità: quella di trasmettere modelli decisionali e organizzativi di tipo "economico" al mondo medico, dove esisteva, esiste e resiste una tradizione culturale d'altro segno, e quella di contribuire al rinnovarsi etico-pratico del mestiere di curante trasferendo a esso orientamenti dello stesso tipo, con bilancio tra domande di salute e offerte di prestazioni, con attenzione a protocolli d'intervento e a controlli di qualità, con giusta misura tra ottimizzazione delle risorse e minimizzazione dei loro costi.

Trascurare tali criteri-guida non significa restare fedeli a una tradizione e resistere a una contaminazione professionale, tutt'altro: significa, invece, mettere a repentaglio l'obiettivo salute con i suoi paradigmi di efficacia ed equità: così come, all'inverso, applicare meccanicamente il modello "economico" a un rapporto complesso come quello tra salute e popolazione e a un rapporto sensibile come quello tra medico e assistito significa mortificare lo stesso obiettivo e impoverire i paradigmi a cui esso si ispira.

Sullo scorcio del XX secolo, in Italia, si è verificato un riorientamento d'opinione. Nel campo dell'economia sanitaria, al primitivo aziendalismo, applicato sovente in modo acritico, si è sostituita gradatamente o talora per balzi una montante ideologia di segno contrario, motivata dai non pochi guasti provocati dall'applicazione meccanica del modello aziendale.

L'ideologia anti-aziendalista ha fatto e "fa dire a molti medici: 'Basta con i budget. Pensiamo ai malati'. Sembra un urlo liberatorio: 'Liberiamoci dai budget, dai conti economici, dalle metodologie aziendali'. [...] Per molti addetti ai lavori vuol dire: 'Togliamo ogni metodo di verifica economica, rispondendo solo alla nostra coscienza di medici'. Per altri vuol dire: 'Continuiamo a sperperare, a lottizzare, ad alimentare nepotismi e clan, senza ritegno e rimorsi'. Una specie di nuovo grande condono, in questa terra di condoni e di condonati".

Sono frasi scritte dall'economista Marco Vitale, esperto e agguerrito conoscitore del settore sanitario.²⁹ Egli reagisce, dichiarando: "Dire che un ospedale non è un'azienda vuol solo dire che il suo obiettivo primario non è economico, ma sanitario e che, in nessun caso e per nessun motivo, l'obiettivo dell'assistenza ai malati deve essere subordinato a ragioni di equilibrio contabile, e che molti principi, valori, metodi del management aziendale sono, in questo settore, fuorvianti, impropri e pericolosi. Ma i budget devono restare, i bilanci devono restare e anzi essere perfezionati [...] e devono restare criteri di verifica economica e di misura dei rendimenti [...]. Pensare al budget non è in conflitto con il pensare ai malati. Al contrario, è chi sperpera che fa il danno dei malati. Nessuna attività umana è, nel lungo termine, libera dal vincolo economico".³¹

Oggi, pur a fronte della crisi italiana (ma non solo italiana) in cui versa la sanità per i suoi costi sempre più alti, l'economia sanitaria, nelle sue componenti e nei suoi esponenti più consapevoli e responsabili, non esita a riaffermare l'importanza di obiettivi imprescindibili, come quelli di erogare prestazioni sanitarie alla popolazione tutt'intera, di anteporre all'assicurazione di malattia la sicurezza sociale, di potenziare la prevenzione primaria. La *prevenzione primaria*³² si applica a monte, non a valle della patologia da combattere; si applica non agli effetti morbosi, ma alle cause morbigene e ai rischi di malattia. Oltreché *efficace*, è *equa*, poiché difende tutti, dai più ai meno forti socialmente; il che non è sempre vero per quanto riguarda diagnosi e terapia. Essa è dunque *etica* e il suo valore, come ha scritto Lorenzo Tomatis, per molti anni direttore del-

l'Agenzia internazionale per le ricerche sul cancro (IARC), "resterà inoppugnabile anche se si avvereranno le più ambiziose e costose aspettative terapeutiche".²¹ Resterà inoppugnabile anche perché può realizzare già da ora un risparmio cospicuo e una utilità *economica* rispetto all'impiego su scala altrettanto vasta delle tecnologie terapeutiche necessarie a controllare gli effetti di cui essa controlla le cause.

Sul rapporto fra tecnologie e prevenzione, Silvio Garattini ha scritto recentemente che tra gli interventi prioritari per la sostenibilità attuale del Servizio Sanitario Nazionale sono importanti sia la concentrazione ospedaliera delle tecnologie diagnostico-terapeutiche più avanzate, sia il potenziamento della prevenzione primaria. "La maggior parte delle malattie non piove dal cielo, ma dipende dalle nostre cattive abitudini di vita. [...] Fumo, alcol e altre droghe, cattiva alimentazione, sovrappeso e sedentarietà sono le cause ormai indiscusse che rappresentano un peso economico e sociale per il Servizio Sanitario Nazionale. Il termine prevenzione è sempre presente nei programmi nazionali e regionali, ma non si traduce mai in interventi pratici."²²

Quanto all'impiego delle tecnologie, quella che viene definita *rivoluzione tecnologica in sanità* e che concerne gli ultimi decenni ha comportato e comporta un impegno di risorse in ricerca e in produzione che ha determinato e determina una impennata asintotica del costo delle prestazioni. L'economista Elio Borgonovi, direttore del Centro di ricerche sulla gestione dell'assistenza sanitaria (CERGAS) dell'Università Bocconi, rileva che "se da un lato le tecnologie servono a rispondere a bisogni reali e quindi a una domanda manifesta o latente di prestazioni, d'altro lato esse si sono rivelate fattore di rapida espansione della domanda stessa e quindi della spesa sanitaria". Gli *effetti economici* di "accelerazione o moltiplicazione" della domanda non sono però sempre riferibili all'esigenza di corrispondere a reali bisogni, ma dipendono anche da altri fattori, quali il fatto che "l'esistenza di una tecnologia rende esplicita una domanda in precedenza latente", "l'enorme au-

mento della capacità di offerta determinata da certe tecnologie" (si pensi agli esami di laboratorio automatizzati rispetto a quelli manuali), il ricorso a tecnologie diagnostiche "a scopo difensivo" finalizzate all'autodifesa del medico contro eventuali "accuse di imperizia o scarsa professionalità", l'"assuefazione" all'accesso e all'uso della tecnologia "senza porsi il problema della sua effettiva utilità", nonché ultima, ma non in coda, "l'accertazione acritica del principio secondo cui un più elevato livello di informazioni consenta per sé decisioni più razionali (nel campo della diagnosi e della terapia) o del principio secondo cui sia comunque necessario, o sia etico, utilizzare per tutti la tecnologia disponibile più avanzata senza preoccuparsi di correlarla alla natura e alla severità del problema di salute da affrontare".²⁵

Nelle pieghe di questa complessità sono reperibili distorsioni di principi e di metodi, di fini e di mezzi dell'economia sanitaria. Sono distorsioni l'ideologia, negata a parole ma affermata nei fatti, della "salute come merce" e la gestione, anch'essa negata e tuttavia praticata, della "sanità come mercato". Tale è la visione astigmatica e aberrante degli "interessi materiali come fattori predominanti"; tali sono "il fatturato e i profitti di qualsivoglia impresa sanitaria", sia essa un'industria farmaceutica, o una fabbrica di tecnologie biomediche, o un'azienda ospedaliera pubblica, o una casa di cura privata.²⁶

"In effetti, è nata e fiorita straordinariamente, soprattutto negli ultimi decenni, una industria della salute i cui buoni affari si fondano sul progresso medico"²⁷ o, per meglio dire, sullo sviluppo tecnologico in medicina. I protagonisti più visibili in questo settore dell'economia sono le case farmaceutiche; ma esse sono affiancate da altri attori, quali i produttori di macchine e attrezzature tecniche, i grandi centri diagnostici, le compagnie assicurative.

Vendita di beni di consumo, competizione per attrarre il maggior numero di malati (e di sani in quanto malati potenziali), offerta di prestazioni atte ad acquisire sempre nuovi "clienti" fanno parte anch'esse della costellazione che esercita il proprio influsso distorcente. L'offerta ha sempre più spesso

lo scopo non tanto di esaudire o esaurire la domanda di salute, quanto d'indurre a far lievitare le richieste incrementando i consumi e i profitti.

"Il richiamo del successo attira e coagula intorno all'industria della salute l'attenzione di altri attori di primo piano", dagli "specialisti organizzati negli ordini professionali, nelle società scientifiche, nelle accademie" ai cittadini e agli stessi malati "coordinati dalle associazioni nate per combattere questa o quella malattia". Tale richiamo è prepotente, "ed è inevitabile che sia così, dal momento che la condizione irrinunciabile per la sopravvivenza di qualsiasi sistema industriale è l'espansione continua del proprio mercato".²⁸

L'invadenza di tutto ciò nel campo sanitario produce una dissociazione tra etica ed economia: pur se si ripete che "la salute non è una merce", tuttavia si consolida un "mercato della salute" che contamina e indebolisce l'imperativo scientifico-morale del medico di agire, sempre e dovunque, secondo "scienza e coscienza".

CONCLUSIONE

Le scienze passate in rassegna nei cinque capitoli precedenti sono come fiumi ricchi di conoscenza e di applicazione tecnopratica, ciascuno con la propria sorgente all'origine, tutti insieme con la loro confluenza alla foce.

La *fisica* che diventa anatomofisiologia della materia di cui vive l'uomo, la *chimica* che si trasforma in fisiofarmacologia d'indagini sofisticate e di terapie complesse, la *biologia* che ramifica le propaggini della genetica fin dentro le micro- e le nanostrutture¹ della genomica, l'*ecologia* che include la teoria dell'evoluzione e si apre alla "medicina darviniana", l'*economia* che assimila l'epidemiologia e va di concerto con l'etica sono scienze tutte quante disponibili a farsi ancillari della *multiscientifica* medicina contemporanea, offrendole i mezzi per realizzare compiutamente se stessa al servizio dell'uomo.

L'attuale impennata conoscitiva e applicativa delle scienze predette, con le loro vantaggiose ricadute pratiche sulla medicina che su di esse è fondata, ha determinato una crescita esponenziale degli stimoli a riflettere sul significato e sulla portata delle nuove, molteplici acquisizioni scientifiche. Ciò è vero per i problemi di conoscenza che, partendo da attività sperimentali, approdano ad aree di pensiero concernenti l'epistemologia, la metodologia, la tecnologia della medicina; ma è anche vero per le inferenze etiche, un tempo inimmaginabili, che ineriscono ai comportamenti morali e sociali del medico d'oggi.

La duplice attinenza, teoretica ed etico-pratica, apre al problema dei rapporti tra "scienza e umanità", poli del binomio

emblematico costituente la parola d'ordine della classe medica agli inizi del XX secolo: una bipolarità che poi, nel corso di tale secolo, si trasferì o traslocò nella questione delle "due culture", scientifica e umanistica.

Risalendo al tardo Ottocento, si può ricordare che il filosofo e storico Wilhelm Dilthey (1833-1911), in cattedra a Berlino, inventò, per così dire, le "scienze dello spirito", da lui indirizzate in senso umanologico e antropologico, e contrapposte o giustapposte alle "scienze della natura"; e si può ricordare altresì che il filosofo e storico Wilhelm Windelband (1848-1915), in cattedra a Heidelberg, non mancò di far notare a Dilthey che le "scienze umane" (dette idiografiche) non erano, in fondo, che "scienze naturali" (dette nomotetiche) che si occupavano anche dello spirito.

Le scienze, sia quelle *naturali*, sia quelle *umane*, comprendono territori di sapere che, non diversamente dai continenti geografici, hanno una loro deriva che li porta a spostarsi, a mutare, ad assumere forme o fasi nuove, di evoluzione o di assestamento. Ciò appare tanto più vero per il territorio di un sapere – quello medico – che si colloca a cavaliere tra i due grandi gruppi di scienze, trattandosi di un sapere *naturalistico*, cioè articolato nei settori propri delle varie scienze della natura, e insieme *umanistico*, cioè strutturato come scienza dell'uomo, nella fattispecie come conoscenza e comprensione antropologica dell'uomo sano-malato, considerato in termini non settoriali, ma globali: l'organismo somato-psichico, l'individuo psico-sociale, la persona umana.

Tale sapere, totalizzante nella sua portata, è al suo interno un sapere "di confine" tra le sue varie componenti, la cui peculiarità è appunto quella di "sconfinare" le une nelle altre, con reciproco arricchimento. Così, la fisica sconfinava prima nella chimica e poi nella biologia; questa si prolunga nell'ecologia e quest'ultima, a sua volta, condivide con l'economia gli apporti dell'epidemiologia, che rappresenta la svolta forse più importante della medicina degli ultimi decenni.

Il metodo privilegiato da tutto questo sapere è quello del-

L'approssimazione crescente a una realtà che è materia al tempo stesso di conoscenza naturalistica e di conoscenza umanistica. È un metodo per certi aspetti di *riduzione*, storicamente prevalso nelle scienze della natura, e per altri aspetti di *integrazione*, propenso a completare gli elementi conoscitivi riferiti ai livelli di organizzazione inferiori – fisico, chimico, biologico – con gli elementi conoscitivi riferiti ai livelli di organizzazione o di approccio più elevati – ecologico, epidemiologico, economico-sociale.

Questo metodo ha dato grandi prove di sé. Pensiamo, da un lato, ai grandi acquisti conoscitivi ottenuti attraverso la *riduzione* dei fenomeni di livello superiore a quelli di livello inferiore: l'attività cardiocircolatoria come meccanica, la respirazione come ossidazione, la patologia come patologia cellulare, l'eredità come trasmissione di geni. Si pensi, d'altro lato, agli altrettanto grandi acquisti conoscitivi ottenuti tramite la *non riduzione*: la teoria dell'evoluzione, il mendelismo, la genetica delle popolazioni, l'epidemiologia. Quest'ultima non isola una causa, ma individua più fattori di rischio che agiscono su un piano probabilistico, a più livelli di organizzazione.²

L'approccio complessivo alla conoscenza integrale della natura umana, che unisce uomo e natura, ammette dunque l'afferenza unitaria, a quest'ultima, di varie scienze con diverse metodologie. Tale conoscenza comprensiva è, come si è detto nella Premessa, una "antropologia", cioè – etimologicamente – una totalizzante "scienza dell'uomo",³ la cui formulazione risale a Aristotele con significato di riflessione filosofica sulla peculiarità della natura umana. Qui essa è specificata come *antropologia medica*, con particolare riguardo alla comprensione del rapporto interumano "duale" tra medico e paziente e del rapporto interumano "plurale" tra medico, paziente e società.

Alla identificazione e configurazione in termini attuali di questa riflessione antropologico-medica non sono mancati, nell'ultimo cinquantennio, contributi rilevanti. *Terminus a quo* può considerarsi il pensiero di Viktor von Weizsäcker

(1886-1957), docente di neuropsicologia nell'Università di Heidelberg, assertore nel 1956 di una "patologia antropologica" dove la malattia organica venga considerata in rapporto all'esperienza personale del malato come fenomeno non solo biologico-clinico, ma esistenziale, con implicazioni importanti nella relazione tra curante e curato. *Terminus ad quem* della medesima riflessione possono considerarsi i contributi di pensiero espressi nei "testi fondamentali" – di Paul Farmer, Didier Fassin, Byron J. Good, Arthur Kleinman, Joan Kleinman, Margaret Lock, Nancy Scheper-Hughes, Michael Taussig, Allan Young – raccolti nel 2006 da Ivo Quaranta nell'antologia *Antropologia medica*.¹

Questa dimensione globale della medicina – o, direi meglio, questa necessità di una medicina a *n dimensioni* – è attualmente affermata da più parti con forza, nell'ambito di una riflessione fortemente critica dei contenuti odierni della formazione medica.

Tale riflessione parte da lontano. In un saggio apparso nel 2006 sul *New England Medical Journal*² quattro medici statunitensi – di San Francisco, Stanford e Saint Louis – rilevano infatti che già un secolo fa, nel 1910, un loro collega e connazionale, il dottor Abraham Flexner, in base a un'inchiesta da lui condotta a tutto campo nelle 155 scuole di medicina allora esistenti negli Stati Uniti, aveva constatato che in queste istituzioni formative la priorità della ricerca scientifico-tecnica stava per diventare l'unico metro di giudizio dei traguardi già raggiunti o da raggiungere, mentre stavano perdendo importanza la clinica, l'attenzione al rapporto medico-paziente e la considerazione dei problemi di salute pubblica. A conclusione dell'inchiesta, il dottor Flexner aveva previsto, con sorprendente anticipazione, che con l'ulteriore sviluppo della ricerca biomedica le attività clinica e relazionale sarebbero state messe da parte con associata emarginazione ed esclusione degli aspetti umano-sociali.

Visione profetica: la previsione è stata confermata dai fatti e trasferita in una realtà odierna che ormai non è solo america-

na. Il paradigma evolutivo – di sviluppo, non di progresso – è stato esportato ed emulato al di qua dell'Oceano. Scriveva Flexner nel 1925: "In America la medicina scientifica – giovane, vigorosa, positiva – è oggi deplorabilmente deficitaria nel campo culturale e filosofico". Egli rincarava la dose della sua prognosi riservata affermando: "La dimensione morale dell'educazione medica esige l'acquisizione di un bagaglio di qualità e di valori al centro dei quali stanno i bisogni del malato".⁶

Commentano e chiosano i quattro medici nordamericani estensori del saggio: "L'attuale approccio all'educazione medica è inadeguato". Alla prognosi formulata dal dottor Flexner oltre ottant'anni fa, essi appongono la loro diagnosi odierna, formulata alla luce del grande sviluppo realizzato, nella seconda metà del Novecento, dalle tecnologie biomediche e dalle biotecnologie. Se la prognosi era riservata, la diagnosi è impietosa: "Strutture imbalsamate, focalizzazione sugli aspetti particellari della biologia, corpi docenti distratti da sovraccarichi o distorti da altri interessi, modi di valutazione antiquati, costrizioni normative altrettanto obsolete". Si tratta d'inerzie, di distorsioni, d'impedimenti che, al dire degli autori, "abbondano dovunque".⁷

Il loro referto diagnostico si allarga a comprendere una pratica clinica svalutata, un'attività didattica inadeguata, una ricerca scotomizzata e riduzionista. Il "meglio" – questo il messaggio conclusivo – non è necessariamente figlio del "nuovo". Se le innovazioni, che in campo biomedico non cessano di stupirci ed entusiasmarci, dimenticano d'essere figlie, a loro volta, di una "cultura dell'uomo" irriducibile a puro "culto della scienza", ogni miglioramento della medicina – in quanto attività finalizzata all'essere umano cui dovrebbe giovare – resta allo stadio di mero enunciato, di vuota petizione, di grande presunzione da parte di medici che amano autoreferenziarsi "scienziati". Il "nuovo", inoltre, non deve indurre in equivoci fra la tradizione antropologico-medica incarnata nel modo d'"essere medico", da Ippocrate a oggi, e le basi scientifiche innovatrici necessarie, ma non sostitutive del modello antropologico.

Il modello antropologico-medico è la naturale matrice di stampo e il fisiologico approdo di ogni nuova tecnologia in medicina. Questo, non altro, è il significato della *bioetica*, "ponte verso il futuro",⁸ disciplina per cui ogni presente o futura conquista scientifico-tecnica in campo medico dev'essere utilizzata per migliorare la qualità della vita umana.

Assumendo a simbolo della tecnologia il computer e come emblema dell'antropologia medica l'ippocratismo delle origini, si può ben dire e s'è detto: "Benvenuta tecnologia, sei indispensabile però... dietro il computer ci dev'essere Ippocrate".⁹

E a tale proposito è giunta, riferita da un autorevole uomo di scienza, una recente notizia d'oltreoceano: "Contrordine dagli USA. Il personal computer non aiuta a studiare", anzi "spinge i ragazzi alla pigrizia".¹⁰ Il computer aiuta il medico a *sapere*, aprendo il suo sguardo a cose nuove e agevolando i suoi contatti col mondo; lo aiuta anche a *fare* il medico, facilitando le sue informazioni e procedure; non lo aiuta a *essere* medico, in senso antropologico ed etico.

L'innovazione tecnologica in medicina ha lo scopo di aumentare non tanto la produttività della tecnica quanto le possibilità di soddisfacimento dei bisogni degli esseri umani. Perciò, la cultura di supporto dev'essere più ampia della sola cultura tecnologica; essa dev'essere ampliata a una cultura antropologica della salute in una società tanto tecnologicamente avanzata quanto umanamente e socialmente complessa.

Oggi, davanti all'ideologia tecnicistica o addirittura tecnocratica che ispira una gran parte della medicina con chiusura degli spazi che spettano all'uomo, si assiste a un sempre più massiccio intervento, in ambito medico, di psicologi, sociologi, economisti, bioeticisti e filosofi, con la motivazione che nella medicina odierna sarebbero carenti l'attenzione agli aspetti psicologici, lo sguardo al sociale, il rispetto dell'economia, il riguardo all'etica e all'epistemologia. La motivazione è giusta; l'intervento, però, ha il tipico carattere di un'invasione di campo.

Non si tratta – beninteso – di rifiutare utili apporti. Si tratta, invece, di rimarcare come tali apporti *ab externo* contribuisca-

no a mantenere, accentuare, cronicizzare le carenze *ab interno*, trovando credito, consenso e delega da una gran parte, altrimenti orientata, della stessa medicina ufficiale. La medicina senza aggettivi – giova ribadirlo in chiusura – ha in sé, per statuto, l'attenzione agli aspetti psicologici, soggettivi, del malato: trascurarli significa, per il medico, ridursi a somatologo, a mero specialista del corpo scisso. Così, trascurare gli aspetti sociali ed economici significa, per il medico, restare fermo mentre intorno a lui tutto si muove: la medicina – è bene ripeterlo – è basata anche sul criterio del "giusto mezzo", sulla regola aurea della medianità e dell'equilibrio, valida anche per il bilancio tra i costi e i benefici. La medicina – ed è il nodo maggiore – è, infine, una tecnica intrisa di antropologia, che è il luogo dei suoi valori e della sua peculiare concezione dell'uomo e del mondo: il medico, se è veramente tale, non dovrebbe aver bisogno di interventi additivi, di consulenti integratori. Dovrebbe essere messo in grado di provvedere da sé a tutto ciò.

Dovrebbe essere medico a pieno titolo. Possedere la scienza e la tecnica è altra cosa dall'essere medico, così come avere una malattia è altra cosa dall'essere malato. La medicina non è riducibile alle sue scienze di base e alle tecniche generate da esse. Grazie a queste, la medicina può molto, a vantaggio dell'essere umano. Però, una medicina che sia soltanto scientifico-tecnica, autoconclusa in una tecnologia che trasferisce le conquiste della scienza alle innovazioni tecniche, è una medicina ridotta, diminuita, dimezzata. È una medicina dove i mezzi restano spesso distanziati dai fini. Lo scopo della scienza e della tecnica, in medicina, è sempre la persona umana. Senza "l'altra metà" finalistica, umanologica, indispensabile per completare la sua identità, la medicina non è se stessa.

Perché la medicina non è una scienza. Essa è di più.

NOTE

PREMESSA

1. G. Cosmacini, C. Grisciani (a cura di), *Medicina e filosofia nella tradizione dell'Occidente*, Episteme, Milano 1998.
2. Vedi anche G. Cosmacini, *Il mestiere di medico. Storia di una professione*, Raffaello Cortina, Milano 2000.

I. FISICA E MEDICINA

1. G.G. Gilino, *Relazione ai deputati dell'Ospedale Grande di Milano*, Giacomo Ferrari, Milano, 4 novembre 1508; ripubblicata sia nella *editio latina* sia nella versione in volgare in G. Cosmacini (a cura di), *Le carità e la cura. L'Ospedale Maggiore di Milano nell'età moderna*, Ospedale Maggiore, Milano 1992, p. 172.
2. C.A. Viano, *L'universo empedocleo*, in P. Rossi, C.A. Viano (a cura di), *Storia della filosofia. L'Antichità*, Laterza, Roma Bari 1993, p. 67.
3. G. Galilei, *Il Saggiatore*, ed. a cura di L. Sosio, Feltrinelli, Milano 1985, p. 38.
4. T. Hobbes, *Leviatano*, ed. it. a cura di G. Micheli, La Nuova Italia, Firenze 1976, p. 5.
5. Le analogie di Baglivi sono riportate da G. Canguilhem, *La conoscenza della vita*, tr. it. il Mulino, Bologna 1976, p. 153.
6. D. Hume, *Trattato della natura umana*, tr. it. in *Opere*, Laterza, Bari 1971, pp. 7-8.
7. Le parole di Ludwig sono riportate da Y. Elkana, *La scoperta della conservazione dell'energia*, tr. it., Feltrinelli, Milano 1977, p. 141.
8. Di Galvani, con riferimento al suo commentario *De virtus electricitatis in motu musculari* (Bologna 1780), dice E. du Bois-Reymond: "La tempesta suscitata dal commentario nel mondo della fisica, della fisiologia e della medicina può essere paragonata soltanto a quella provocata nel mondo politico dalla Rivoluzione francese". Vedi S. Boccardi, "Luigi Galvani 1780: alle radici della elettrofisiologia", in *Ricerca in Riabilitazione*, 16, 1, 1994.
9. AA.VV., *Angelo Mosso, la sua vita e le sue opere*, Treves, Milano 1912. La testimonianza è del fisiologo M.L. Parrizi.

10. Vedi W.B. Fye, "Tracing atrial fibrillation, 100 years", in *New England Journal of Medicine*, 5 October 2006, pp. 1412-1414. Vedi n. 11.

11. Vedi G. Cosmacini, *Röntgen, il "fotografo dell'invisibile. La scienza che scoprì i raggi X*, Rizzoli, Milano 1984.

12. È di E. du Bois-Reymond l'aforisma *Ignoramus et semper ignorabimus* con cui la scienza tardo-ottocentesca non solo contemplava le incognite contingenti e risolubili della realtà fenomenica, ma anche, rinunciando a cimentarsi con i supremi enigmi dell'universo, accettava le incognite eterne e irrisolvibili della realtà sottostante i fenomeni.

13. Vedi T. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, tr. it. Einaudi, Torino 1969; e anche i saggi contenuti in T.S. Kuhn, *Dogma contro critica*, ed. it. a cura di S. Gattei, Raffaello Cortina, Milano 2000.

14. Gli ultrasuoni sono suoni afori, i cui echi non atterriscono all'udito dei medici, ma, trasformati in segnali luminosi sullo schermo dell'ecografo, fanno di quest'ultimo, se applicato al cuore, lo "stetoscopio del Novecento". Gli echi sono affini a quelli dello scandaglio che in tempo di guerra veniva impiegato per cercare i sommergibili nelle profondità del mare.

15. Röntgen fu insignito del Nobel nel 1901, primo anno d'istituzione del premio. Nel 1979 il premio venne attribuito a Godfrey N. Hounsfield e a Allan M. Cormack, inventori della tomografia assiale computerizzata; e nel 2005 a Paul Lauterbur e a Peter Mansfield, inventori della tomografia a risonanza magnetica nucleare. Tra i premi Nobel per così dire "tecnici" merita menzione quello assegnato nel 1924 a Willem Einthoven per la messa a punto della elettrocardiografia, merodica di rilevamento dei potenziali elettrici del muscolo cardiaco, che si è rivelata di rilevanza cruciale in campo cardiologico (e analoga alla elettroencefalografia, non meno importante in campo neurologico).

2. CHIMICA E MEDICINA

1. J.I. Solovet, *L'evoluzione del pensiero chimico dal Seicento ai giorni nostri*, tr. it. Mondadori, Milano 1976.

2. Vedi, per esempio, P. Rossi, *Francesco Bacon: Dalla magia alla scienza*, Einaudi, Torino 1974; nonché, dello stesso autore, *Il tempo dei maghi*, Raffaello Cortina, Milano 2006.

3. C.G. Jung, *Psicologia e alchimia*, tr. it. Astrolabio, Roma 1950, p. 46.

4. *Triumphwagen Antimonii* è il trattato pubblicato nel 1604 e attribuito al monaco benedettino Basilio Valentino, vissuto nel XVI secolo.

5. C. Webster, *Magia e scienza da Paracelso a Newton*, tr. it. il Mulino, Bologna 1984, e, dello stesso, "Il Lutero dei medici", in *Kos*, 10, 27. novembre 1986.

6. Per le citazioni vedi P. Rossi, *La nascita della scienza moderna in Europa*, Laterza, Roma-Bari 1997, pp. 216, 219-220.

7. Vedi V.A. Sironi, *Le officine della salute*, Laterza, Roma-Bari 1992.

8. Vedi R.G. Jr. Frank, *Harvey e i filosofi di Oxford*, tr. it. il Mulino, Bologna 1983.

9. Il passo di Jean Béguin è riportato da A. Di Meo, *Il chimico e l'alchimista*, Editori Riuniti, Roma 1981, p. 61.

10. Il passo di N. Lémery è riportato in *Ibidem*, p. 65.

11. Vedi M. Beretta, *Il tesoro della salute*, Giunti, Firenze 1997, p. 36.

12. P. J. Macquer, *Dizionario di chimica*, tr. it. Giuseppe Bianchi, Pavia 1783, t. 1, pp. 29-62 *passim*.

13. *Ibidem*, p. 66.

14. P. Rossi, *op. cit.*, p. 28.

15. H.M. Leicester, *Storia della chimica*, tr. it. Isedi, Milano 1978, p. 155.

16. La scoperta del primo "generatore di corrente" – la pila di Alessandro Volta (1745-1827) – pone il problema del rapporto tra il "fluido galvanico" generato dalla corrente (misurato dal galvanometro) e le reazioni chimiche prodotte nella pila e, più in generale, nelle varie soluzioni saline. Nasce la *elettrochimica*, che ha grande influenza sugli ulteriori sviluppi della chimica sia teorica che pratica. Lo svedese Jöns Jakob Berzelius (1779-1848), partendo dall'ipotesi che l'affinità chimica possa trovare spiegazione nell'elettricità, elabora una rivoluzionaria "teoria elettrochimica" per cui ogni atomo possiede una carica positiva e una carica negativa, il cui rapporto condiziona il comportamento atomico durante la elettrolisi, cioè determina la *polarità* dell'atomo.

17. L'inglese John Dalton (1766-1844) ridà vita alla teoria atomistica introducendo l'idea che gli *atomi* di diversi elementi hanno pesi atomici diversi e devono essere rappresentati simbolicamente in modo tale da tradurre le reazioni chimiche in formule esatte. Il francese Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850) dà evidenza al fatto che idrogeno e ossigeno si uniscono nella proporzione 2:1 per formare l'acqua. L'italiano Amedeo Avogadro (1776-1856), sulla base della legge dei gas enunciata dallo stesso Gay-Lussac, formula l'ipotesi che volumi uguali di gas diversi contengono lo stesso numero di particelle ultime, chimicamente definite, costituite dall'unione di un preciso numero di atomi e da lui denominate *molecole*. Un altro italiano, Stanislao Cannizzaro (1826-1910), ricapitola lo svolgimento storico dei concetti di *atomo* e di *molecola* confermando l'ipotesi del romanziale; elabora inoltre una tabella dei pesi atomici contribuendo a mettere ordine in una caotica congerie di dati sperimentali.

18. J. Liebig, *Chemische Briefe* (1844), Winter, Heidelberg 1851, nuova ed., p. 618. Il concordismo tra scienza e fede sarà condiviso da molti scienziati, e riaffermato ai giorni nostri dal genetista Francis Collins, coordinatore dello *Human Genome Project*: "Il Dio della Bibbia è anche il Dio del genoma. Può essere venerato nella cattedrale o nel laboratorio".

19. Il fisiologo Jakob Moleschott (1822-1893) scrive la propria opera maggiore – *Der Kreislauf des Lebens*, Mainz 1852 – sotto forma di *physiologische Antworten auf Liebig's Briefe*, cioè in veste di repliche scientifiche apertamente polemiche nei confronti dello spiritualismo e creazionismo di Liebig.

20. Scopritore dell'azione catalizzatrice è Berzelius (vedi nota 16), cui si deve anche la simbologia degli elementi chimici e l'etichetta di *proteine* data a sostanze, scoperte nel 1838 da Gerhard Johann Mulder (1802-1880), delle quali si sottolinea l'importanza "primaria", dal greco *protos*, "primo".

21. Passi decisivi in questo campo sono compiuti da Friedrich August Kekule von Stradonitz (1829-1896) che, acquisita la nozione di "valenza" negli anni Cinquanta, fissa nel 1858 la tetravalenza del carbonio, concepisce nel 1862 l'idea dei "legami non saturi" e crea nel 1865 lo schema del "nucleo benzenico".

22. Nei *Principi di chimica* (Pietroburgo 1868-1870), Dmitrij Ivanovič Mendeleev (1834-1907) espone l'idea e pubblica la tabella del "sistema di classificazione periodica degli elementi" in base al loro peso atomico. Vedi anche, in italiano, *Il sistema periodico degli elementi*, a cura di S. Tagliagambe, Teknos, Roma 1994.

23. L. Mazzanti, "Ruolo della biochimica tra passato e futuro", in *Bollettino della facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università Politecnica delle Marche*, IX, 12, 2006, p. 18.

24. *La logica del vivente* è il titolo dato da François Jacob al suo libro (tr. it. Einaudi, Torino 1971) dedicato alla teoria e storia dell'ereditarietà. L'autore riconosce che "descrivere un vivente significa fare riferimento, congiuntamente, alla *logica della sua organizzazione* [chimico-biologica] e alla *logica della sua evoluzione* [storica]".

25. Maurice Wilkins faceva parte dell'équipe che parallelamente a quella di Watson e Crick si era applicata allo stesso problema. Dal Nobel era esclusa Rosalind Franklin (1920-1958), morta qualche anno prima; per il suo ruolo nello studio della decifrazione del DNA e le polemiche connesse vedi l'agile ricostruzione in H. Hellman, *Le dispute della medicina*, tr. it. Raffaello Cortina, Milano 2002, pp. 225-257.

26. G. Cosmacini, V.A. Sironi, "Cenni di storia della farmacologia", in F. Clementi, G. Furnagalli, *Farmacologia generale e molecolare*, UTET, Torino 2004, p. 15. Bayer e Hoechst (1863) e Schering (1871) in Germania, Ciba e Geigy (1884), Sandoz (1886) e Hoffmann-La Roche (1894) in Svizzera sono le prime e principali industrie di coloranti e di farmaci che sorgono in quegli anni.

27. Le parole di Ehrlich sono riportate in *Ibidem*, p. 16.

28. D. Bovet, *Une chimie qui guérit*, Payot, Paris 1989.

29. Vedi V.A. Sironi, "Il farmaco, tra aspettative e delusioni. Storia di un protagonista della moderna medicina", in *Noi insistenti*, 91, marzo 2003, p. 7.

3. BIOLOGIA E MEDICINA

1. C. Richet, *Elogio della biologia*, tr. it. Cappelli, Bologna 1957, p. 23.

2. D. Lanza, M. Vegetti (a cura di), *Opere biologiche di Aristotele*, UTET, Torino 1971.

3. Per le citazioni vedi l'"Introduzione" dei curatori a *Ibidem*, p. 19.

4. Vedi M.D. Grmek, *La première révolution biologique*, Payot, Paris 1990.

5. R. Majocchi, *Storia delle scienze in Occidente*, La Nuova Italia, Firenze 1955, p. 298.

6. W. Bernardi, "Galileo, il microscopio e le 'metafisiche biologiche' del

Seicento", in L. Conti (a cura di), *Medicina e biologia nella rivoluzione scientifica*, Edizioni della Porziuncola, Assisi 1990, p. 205.

7. Dall'"Introduzione del curatore", in *Ibidem*, p. 9.

8. Vedi la voce "Eredità" di F. Terragni, in G. Cosmacini, G. Gaudenzi, R. Satolli (a cura di), *Dizionario di storia della salute*, Financò, Torino 1996, p. 204. Non molto dissimile dalla teoria darwiniana è la *teoria dell'idiotoplasma* formulata dal botanico svizzero Karl Nägeli (1817-1891).

9. *Eugenica* è il calco dell'originale inglese di Galton, che escludeva qualsiasi intervento coercitivo (per esempio, statale) su coppie cui era "sconsigliato" di avere discendenza. Vedi, per esempio, A. Santostesio, *Corpo e libertà. Una storia tra diritto e scienza*, Raffaello Cortina, Milano 2001, in particolare pp. 100-105, 245-246.

10. Il termine è coniato nel 1926 dall'uomo politico sudafricano Jan Christiaan Smuts (1870-1950), che ricoprì più volte la carica di primo ministro del suo Paese e fu tra i fondatori dell'ONU.

11. Vedi la nota 7.

12. Vedi la voce "Eredità", cit., p. 205.

13. La "nuova immunologia" si è ramificata dal tronco della "vecchia immunologia", nata nel Settecento quando il "non ritorno" del vaiolo negli individui sottoposti a "vaiolazione" (innesto di pus umano) o più tardi a "vaccinazione" (innoculazione di pus bovino) venne interpretato come risposta difensiva dell'organismo reso refrattario, resistente, "immune". Questa interpretazione si arricchì di conferme e convalide nell'Ottocento, dando origine a un filone di ricerche dipanatosi, sul finire del secolo, nel campo della "sierologia": gli agenti infettivi, visti come *antigeni*, interagenti con l'organismo, furono considerati come produttori di *anticorpi*, presenti nel siero di sangue. Un allievo di Koch, Emil von Behring (1854-1917), diede attuazione pratica al principio della "sieroterapia", meritando nel 1900 il primo premio Nobel per la medicina grazie all'allescimento del siero antidifterico. Nel 1908 il a Il'ic Metchnikov (1845-1916), direttore dell'Istituto Pasteur di Parigi, ottenne il Nobel "in riconoscimento del suo lavoro sul sistema immunitario".

14. *Il caso e la necessità* è il titolo dato da Jacques Monod al suo libro (tr. it. Mondadori, Milano 1970), dedicato alla filosofia naturale della biologia contemporanea.

15. Vedi in proposito S.E. Luria, *Storie di geni e di noi*, tr. it. Boringhieri, Torino 1984.

16. Vedi in proposito R. Dulbecco, *Scienza, vita e avventura*, Sperling & Kupfer, Milano 1989.

17. L'indicazione è di Gina Kolata, corrispondente scientifica del *New York Times*, autrice di *The Baby Doctors: Probing the Limits of Fetal Medicine*. Delacorte Press, New York 1990, e di *Cloni. Da Dolly all'uomo?*, tr. it. Raffaello Cortina, Milano 1998.

18. Vedi in proposito R. Levi Montalcini, *Elogio all'imperfezione*, Garzanti, Milano 1987.

19. Di John Carew Eccles vedi il "dialogo aperto" con il filosofo Karl Popper, divenuto poi un libro, *L'io e il suo cervello*, tr. it. Armando, Roma

1981. Una sintetica presentazione delle proprie idee è offerta da Eccles nell'intervento "L'interazione mente/cervello: configurazione ultramicroscopica e funzione della corteccia cerebrale", in G. Giorello, P. Strata, *L'antoma spirituale. Menti, cervelli e computer*, Laterza, Roma-Bari 1991, pp. 59-76. L'intero volume è dedicato alla complessa questione mente/cervello/macchina.

20. Vedi in proposito L. Althusser, *Filosofia e filosofia spontanea degli scienziati*, tr. it. UNICOPLI, Milano 1976.

21. Vedi Gina Kolata, *Cloni*, cit.

22. Vedi gli atti della tavola rotonda su *Le responsabilità nel predire la salute*, con la partecipazione di E. Bianchi, F. Buzzi, G. Cosmacini, P. Greco, P. Mandich, M. Stefanelli, S. Vera, a cura di C. Bernasconi, Centro per la Comunicazione e la ricerca, Collegio Ghislieri, Pavia, 20 aprile 2007. Ma vedi pure T. Wilkie, *La sfida della coscienza. Il Progetto Genoma e le sue implicazioni*, tr. it. Raffaello Cortina, Milano 1995.

23. A. Iabriola, "Del materialismo storico. Dilucidazione preliminare", in E. Garin (a cura di), *La concezione materialistica della storia*, Laterza, Roma-Bari 1973, pp. 135-136. Il corsivo è mio.

4. ECOLOGIA E MEDICINA

1. Vedi G. Corbellini, L. Merzagora, *La malaria tra passato e presente*, Università "La Sapienza", Roma 1998.

2. *Chirurgia Guidonis de Cauliac* (Guy de Chauliac), frammentariamente riportata in J. Agrimi, C. Criscianti, *Malato, medico e medicina nel Medioevo*, Loescher, Torino 1980, p. 297.

3. M. Vegetti (a cura di), *Opere di Ippocrate*, UTET, Torino 1976, 2ª ed., p. 442.

4. Vedi Paracelso, *Paragrano*, ed. a cura di E. Masini, Boringhieri, Torino 1961.

5. Il concetto di "ecosistema" può esser visto inquadrarsi nella generale "teoria dei sistemi" dovuta a Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) e volta a trovare un modo per risolvere il problema della complessità, data l'impossibilità di farlo con il metodo riduzionistico.

6. L'affermazione di Lindeman è riportata da M. Tallacchini nella voce "Ecologia", in G. Cosmacini, G. Gaudenzi, R. Satolli (a cura di), *op. cit.*, p. 178.

7. Le due "anime", olistica (darwiniana) e riduzionistica (hackcliana), dell'ecologia sono tuttora a confronto: "Il concetto di ecosistema è uno dei più controversi in ecologia, poiché accanto ai sostenitori dell'approccio globalistico numerosi sono gli studiosi che vedono solo rapporti di contiguità tra specie e non un nesso esplicativo unitario" (*Ibidem*).

8. *Vocabolario della lingua italiana*, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma 1987, vol. II, p. 212.

9. P. Ramellini, *Linee di etica ambientale*, Edizioni Paoline, Milano 2006, pp. 22-23.

10. M.D. Grmek, *Le malattie all'alba della civiltà occidentale*, tr. it. il Mulino, Bologna 1985, p. 12.
11. Vedi la voce "Patocenosi" di P. Dri in G. Cosmacini, G. Gaudenzi, R. Saroldi (a cura di), *op. cit.*, p. 450.
12. Vedi la voce "Evoluzione" di F. Terragni, in *ibidem*, p. 219.
13. *Ibidem*.
14. Vedi R.M. Nesse, G.C. Williams, *Perché ci ammaliano. Come la medicina evolucionistica può cambiare la nostra vita*, tr. it. Einaudi, Torino 1999; per un ricco prospetto delle possibilità della "medicina evolucionistica" vedi ora G. Corbellini, *EM. Medicina basata sull'evoluzione*, Laterza, Roma-Bari 2007. Recentemente – da S. Moalem, *Survival of the Sickest*, Harper Collins, New York 2006 – è stata prospettata la tesi che una mutazione inducente accumulo di ferro (emocromatosi) in vari organi, ma con depauperamento minerale dei macrofagi deputati alla difesa dalle infezioni, abbia reso a metà del Trecento gli europei particolarmente vulnerabili dal bacillo della peste.
15. Vedi M.G. Mezzetti, "Medicina delle catastrofi: alla ribalta dopo lo tsunami", in *Medicina e Persona*, III, 2005, p. 3.
16. Una "teoria delle catastrofi" (nel senso di bruschi cambiamenti morfologici indotti dalla variazione graduale di certi parametri di controllo: non sempre si tratta di eventi negativi come l'accezione corrente del termine potrebbe far pensare) è stata formulata dal matematico e filosofo René Thom per descrivere fenomeni naturali in cui cause continue producono effetti discontinui. Per una presentazione intuitiva delle idee sottostanti ai modelli "catastrofisti" e delle loro implicazioni filosofiche vedi R. Thom, *Parabole e catastrofi*, intervista a cura di G. Giorello e S. Morini, il Saggiatore, Milano 1980; vedi anche D.P.L. Castriano, S.A. Hayes, *Catastrophe Theory*, 2ª ed. Westview Press, Boulder, CO, 2004, che contiene una Premessa dello stesso Thom ove viene sottolineato l'aspetto "qualitativo" e analogico dei modelli forniti dalla teoria, che in questo modo "neoristotelico" estendono l'approccio matematico ("geometrico" avrebbe detto Galileo) a molti processi del mondo naturale e dello stesso mondo dell'uomo, per i quali ancora non si dispone di una trattazione quantitativa, numerica.
17. Per le considerazioni qui di seguito svolte vedi il paragrafo "L'ambiente naturale e le emergenze attuali", in G. Cosmacini, R. Mordacci, *Salute e bioetica*, Einaudi, Torino 2002, pp. 33-34.
18. S. Bartolomei, *Etica e natura*, Laterza, Roma-Bari 1995, p. 20.
19. Vedi *Climate Change in the 21st Century. Future Prospects of the "Health" of our Planet and Mankind*, International Academy of Environmental Sciences Workshop, Venezia, 19 maggio 2007.
20. Vedi G. Crona, S. Neri Serneri (a cura di), *Storia e ambiente*, Carocci, Roma 2007, e la recensione di A. Varni in *Il Sole 24 Ore*, 24 giugno 2007.
21. Vedi il saggio *Clima estremo. Un'introduzione al tempo che ci aspetta*, Boreli, Milano 2007, e la recensione di P. Rossi in *Il Sole 24 Ore*, 4 marzo 2007.
22. *Bioetica e ambiente*, a cura del Comitato nazionale per la bioetica, Roma, 21 settembre 1995, p. 7.

23. *Ibidem*, p. 9.
24. "Ambiente e salute: verso un'integrazione", quaderno di *Epidemiologia e Prevenzione*, supplemento al n. 27, marzo-aprile 2003, pp. 7, 9.
25. D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens, *I limiti dello sviluppo*, tr. it. Mondadori, Milano 1972.
26. La prima denuncia nota di "nube tossica" d'origine industriale risale a Bernardino Ramazzini (1633-1714), che nel trattato *De morbis artificum* (Padova 1714, 2ª ed.) imputa alle "fumose esalazioni di vetriolo" di una fabbrica di Finale Modenese l'elevata incidenza di malattie polmonari negli abitanti della cittadina padana.
27. Vedi, in proposito, tra la copiosa letteratura al riguardo, l'articolo di G.A. Maccacaro, "Seveso: un crimine di pace", in *Sapere*, novembre-dicembre 1976.
28. Il disastro di Černobyl' è il più grave incidente mai occorso a un impianto nucleare civile. Avvenne il 26 aprile 1986 con l'esplosione del reattore numero 4 della centrale nucleare. Vedi G.U. Medvedev, *Denaro Černobyl'. La vera storia della catastrofe che ha sconvolto il mondo*, Edizioni La Meridiana-Legambiente, 1996.
29. Sulla vicenda del Protocollo di Kyoto, e in particolare sui fenomeni del cosiddetto "riscaldamento globale", vedi B. McGuire, *Guida alla fine del mondo*, tr. it. Raffaello Cortina, Milano 2003, pp. 29-53. Un "Kyoto 2" è previsto a Copenaghen nel 2009.
30. A. Pierori, "Tecnologia e globalizzazione", in *Corriere della Sera*, 8 marzo 2001.
31. INDE-Italia News, *I medici e l'ambiente*, 181, 13 marzo 2007.
32. G. Berlinguer, "Presentazione" del fascicolo *Medicina e Società*, letture da *Le Scienze*, Le Scienze Editore, Milano 1977, p. 8.

5. ECONOMIA E MEDICINA

1. È quanto afferma Maria Pia Fantini, docente di Programmazione e Organizzazione sanitaria presso la facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università di Bologna, in un'intervista concessa a S. Fabiolo Nicoletto, "Una disciplina ponte tra economia e medicina", in *Ospedali della Vita*, XXXIII, 1, 2006, p. 5.
2. Plarone, *Fedone*, LXVI, a cura di M. Valgimigli, Laterza, Roma-Bari 1974, p. 185.
3. Vedi, di Francesco Petrarca, le *Insectivae contra medicum quendam* (1352-1355) e, di Bernardino Ramazzini, il trattato *Le malattie dei lavoratori* (1700-1714), tr. it. a cura di E. Carnevale, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1972, p. 192.
4. La Relazione cinquecentesca è ripubblicata, sia nella *editio latina* sia nella versione in volgare, in G. Cosmacini (a cura di), *La carità e la cura. L'Ospedale Maggiore di Milano nell'età moderna*, Ospedale Maggiore, Milano 1992.
5. Adam Smith (1723-1790), filosofo ed economista scozzese, è autore di *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (2 voll., Lon-

don 1776). Johann Peter Frank (1745-1821), clinico medico prima a Pavia (dal 1785 a 1795) e poi a Vienna (dal 1796 al 1804), è l'autore del *System einer vollständigen medicinischen Polizei* (9 voll., Mannheim-Wien 1779-1819). Sulla medicalizzazione della società, in particolare dall'età napoleonica in poi, vedi anche M. Foucault, *Nascita della clinica*, tr. it. Einaudi, Torino 1969, e A. Santosucesso, *op. cit.*, in particolare pp. 61-95.

6. Nelle parole di Bruno de Finetti, "la probabilità di E, subordinandola a A, si modifica nello stesso senso e nella stessa proporzione che la probabilità di A quando la si subordini a E". Vedi B. de Finetti, *L'impugnazione della verità*, Raffaello Cortina, Milano 2006, p. 116. Per il teorema di Bayes ci pare anche d'obbligo il riferimento a R. Swinburne (a cura di), *Bayes' Theorem*, Oxford University Press, Oxford 2002, che contiene (pp. 122-149) "An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances", la comunicazione di Thomas Bayes presentata postuma (1763) alla Royal Society da Richard Price.

7. Vedi P. Vincis, *Modelli di rischio, Epidemiologia e causalità*, Einaudi, Torino 1990.

8. Il passo di Louis è riportato da A. Lilientfeld, "Ceteris paribus: The evolution of the clinical trial", in *Bulletin of the History of Medicine*, 1982, pp. 1-18.

9. Vedi E. Berrino, D. Lamperti, "Storia dell'epidemiologia e dei suoi rapporti con la clinica", in *Medicina Democratica*, novembre-dicembre 1992, p. 22.

10. Vedi G. Cosmacini, "Medicina, ideologie, filosofie nel pensiero dei clinici tra Ottocento e Novecento", in C. Vivanti (a cura di), *Storia d'Italia. Annali 4. Intellettuale e potere*, Einaudi, Torino 1981, p. 1183.

11. *Ibidem*, p. 1193.

12. Vedi G. Cosmacini, *Medicina e mondo ebraico. Dalla Bibbia al secolo dei ghetti*, Laterza, Roma-Bari 2001, pp. 71-88 *passim*.

13. Vedi G. Cosmacini, *Storia della medicina e della sanità in Italia*, Laterza, Roma-Bari 1987, p. 417.

14. Vedi G. Cosmacini, *Storia della medicina e della sanità nell'Italia contemporanea*, Laterza, Roma-Bari 1994, p. 250.

15. Vedi la voce "Economia" di F. Carnevale, in G. Cosmacini, G. Gaudenzi, R. Satolli (a cura di), *op. cit.*, p. 179.

16. A. Cochrane, *L'inflazione medica*, tr. it. Feltrinelli, Milano 1978; *Efficacia ed efficacia*, tr. it. Il Pensiero Scientifico Editore, Roma 1999.

17. Vedi J. Baron, *Contro la bioetica*, tr. it. Raffaello Cortina, Milano 2008, pp. 112-119.

18. Per questo dibattito echeggiato dal *Journal of Medical Ethics* vedi G. Cosmacini, "Storia della qualità della vita", in *Quaderni di Castel Ivano*, n. relativo al convegno "Qualità della vita e malattia", 13-14 aprile 1991, p. 6.

19. V.R. Fuchs, *Chi vivrà? Salute, economia e scelte sociali*, tr. it. Vita e Pensiero, Milano 2002.

20. Le parole dell'economista sono riportate da G. Cosmacini, "La qualità della medicina tra economia ed etica", conferenza del ciclo "L'uomo e il denaro" pubblicata nel *Quaderno n. 18*, facoltà di Scienze Bancarie, Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano, 12 febbraio 2007, pp. 17-18.

21. M. Vitale, *Sanità ed economia*, editoriale de "la Ca' Granda", XLIV, I, 2003, pp. 29-30.

22. Nell'ambito della prevenzione si distinguono: una prevenzione primaria, basata su eliminazione, riduzione o controllo delle cause patologiche e dei fattori di rischio (vaccinazioni di massa; lotta contro l'inquinamento ambientale, il fumo, la droga, l'emarginazione sociale; tutela del lavoro e del traffico); una prevenzione secondaria, basata sull'individuazione precoce e sulla rimozione tempestiva di alterazioni premorbide o morbide in fase iniziale; una prevenzione terziaria, basata sulla riduzione o controllo delle conseguenze o complicanze di condizioni morbide già consolidate.

23. L. Tomatis, *Il cancro: cause, frequenza, controlli*, Garzanti, Milano 1991, p. 16.

24. S. Garattini, "Il Servizio Sanitario Nazionale è sostenibile?", in *The Lancet*, ed. it., 6, novembre-dicembre 2007, p. 238.

25. E. Borgonovi, "Tecnologie per la sanità: un modello di analisi multidimensionale", in E. Borgonovi, C. Mambretti (a cura di), *Economia sanitaria e qualità della vita*, Il Sole 24 Ore, Milano 2003, p. 10.

26. Vedi la voce "Economia", cit., p. 180.

27. G. Cosmacini, R. Satolli, *Lettera a un medico sulla cura degli uomini*, Laterza, Roma-Bari 2003, p. 68.

28. *Ibidem*, pp. 68-69.

CONCLUSIONE

1. "Nanotecnologia è diventata una delle parole chiave dei futurologi", scrive L. Marini in *L'arco di Gianno*, 50, 2006, p. 11. Dagli anni Sessanta del Novecento, nanoscienze e nanotecnologie concernono particelle di materia la cui grandezza è dell'ordine di un milionesimo di millimetro, millilitro, milligrammo. In campo medico esse conferiscono alla biologia molecolare scala nanometrica. Su *nanoscienze e nanotecnologie* vedi il documento pubblicato in *Ibidem*, pp. 15-58.

2. L'epidemiologia impone alla medicina di affiancare alla riduzione l'integrazione. Per esempio, dopo che la ricerca ha insistito a lungo sulla verifica dell'ipotesi monocausale del cancro, oggi essa è decisamente orientata a considerare le malattie tumorali come il prodotto di più fattori disposti a vari livelli gerarchici, da quello molecolare a quello ambientale.

3. Sulla categoria della *totalità* nella scienza vedi L. Geymonat, *Scienza e realismo*, Feltrinelli, Milano 1977, pp. 19-35.

4. Tra i due termini cronologici sono da rilevare gli apporti all'"antropologia medica come via alla bioetica" da parte di P. Lain Entralgo, *Antropologia medica*, Barcellona 1984, e di D. Gracia, *Fundamentos de bioetica*, Madrid 1989.

5. M. Cooke, D.M. Irby, W. Sullivan, K.M. Ludmerer, "American medical education 100 years after the Flexner Report", in *New England Journal of Medicine*, 355, 2006, pp. 1339-1344.

6. *Ibidem*, p. 1341.

7. *Ibidem*, p. 1343.

8. Il nome bioetica e l'allegoria relativa si devono a Van Rensselaer Potter, che nel 1970 pubblicò un saggio dal titolo *Perspectives in Biology and Medicine*, dove la parola *bioethics* compare per la prima volta (*Bioethics: the Sciences of Survival*) e che nel 1971 pubblicò *Bioetica: ponte verso il futuro* (tr. it. Sircania, Messina 2000). Sugli eccessi della attuale bioetica in Italia e altrove, vedi anche G. Giannello, U. Veronesi, *La libertà della vita*, a cura di C. Tonelli, Raffaello Cortina, Milano 2006, in particolare pp. 39-45.

9. Dalle interviste a U. Veronesi e G. Cosmacini, in "Medicina, salute, benessere", numero monografico di *Telema*, III, 1997, pp. 7-11.

10. Dall'articolo di M. Piarelli Palmarini, in *Corriere della Sera*, 15 maggio 2007, pp. 1, 29.

Un luogo comune asserisce che la medicina è una scienza. Invece è un'arte o, se si preferisce, una pratica basata sull'apporto delle più diverse discipline scientifiche. Per esempio, fisica, chimica, biologia, ecologia ed economia formano un patrimonio di conoscenze e di tecniche il cui obiettivo primario è la salvaguardia della salute: un'impresa che si snoda fra certezze consolidate e inevitabili incertezze. Come spiega Giorgio Cosmacini, a un tempo medico e filosofo, l'arte che fu di Ippocrate ha un oggetto che è anche un soggetto: la persona. E il medico stesso non è solo un esperto ma è soprattutto un essere umano, disposto a curare i propri simili con competenza e generosità.

Giorgio Cosmacini insegna Storia del pensiero medico nella facoltà di Filosofia dell'Università Vita-Salute San Raffaele di Milano e Storia della medicina e della sanità nella facoltà di Medicina e chirurgia della stessa Università. In questa collana ha pubblicato *Civiltà e medicina* (1998) e *Il mestiere di medico* (2000).

Giorgio Cosmacini
La medicina non è una scienza

**SCIENZA
E IDEE**

Collana diretta
da Giulio Giorello

ISBN 978-88-6030-171-0

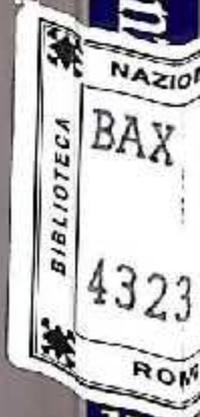


9 788860 301710

€ 14,00

Giorgio Cosmacini
La medicina non è una scienza

ma.it



175