

## Meccanicismo e chimica in Stenone

Antonio Clericuzio – DSU, Roma Tre

Nell'opera scientifica di Stenone sono presenti alcuni dei principali motivi che caratterizzano la scienza europea nella metà del secolo XVII: la concezione meccanicistica della natura, la quantificazione nello studio dei fenomeni naturali, il modello geometrico della dimostrazione scientifica e il ricorso all'esperienza e all'esperimento per validare le teorie scientifiche. A questi elementi va aggiunto un atteggiamento di costante cautela nel formulare teorie scientifiche - una cautela che, come vedremo, porta lo scienziato danese a prendere in considerazione varie possibili spiegazioni dei fenomeni ugualmente compatibili con i dati sperimentali a disposizione.

Il quadro concettuale entro cui si iscrive la scienza di Stenone è il meccanicismo e, come la maggior parte dei suoi studiosi ha notato, all'origine vi è l'opera di Descartes. Certamente Descartes costituisce una fonte del meccanicismo di Stenone, ma la sua scienza diverge in modo considerevole dalle concezioni cartesiane.

Occorre subito fare una precisazione intorno alla categoria storiografica del meccanicismo. Come molte categorie storiografiche, il meccanicismo, o per usare l'espressione inglese che tanto frequentemente incontriamo, la *mechanical philosophy*, è stata così abusata da aver col tempo perso - e non guadagnato - significato; più è utilizzata e più si svuota di significato, in quanto ha finito per indicare concezioni e pratiche scientifiche tra loro molto diverse. Non è questa la sede per intraprendere una dettagliata analisi delle differenti versioni del meccanicismo seicentesco, ma mi limito a indicare che quasi contemporaneamente alla versione cartesiana, si diffondeva la versione del meccanicismo elaborata da Gassendi e successivamente quella di Robert Boyle. Le tre differiscono non poco le une dalle altre e costituiscono le principali componenti della scienza negli anni in cui Stenone intraprende le principali indagini scientifiche.

A differenza di Descartes, Gassendi e Boyle perseguono un'indagine della natura di carattere empirico e non sistematico e non adottano una metodologia di tipo rigorosamente riduzionistico. A Gassendi Stenone si riferisce con ammirazione, chiamandolo luce della Francia (*Galliae Lumen*, in *Canis...*, conj. 5)

Stenone apre il suo discorso all'Accademia di Thevenot sostenendo che sul cervello le nostre conoscenze sono ancora limitatissime e il suo principale scopo è di confutare quel che erroneamente i suoi predecessori avevano asserito, ma non provato. Piuttosto che proporre nuove teorie, Stenone produce dati empirici per mostrare gli errori degli anatomisti.

## TESTO PROVVISORIO

Altra importante fonte della metodologia di Stenone è Franciscus de le Boe, detto Sylvius, suo maestro a Leida, che aveva adottato un orientamento fortemente antidogmatico. Nello studio de cervello Stenone confuta non solo le affrettate conclusioni di Willis relative alla localizzazione delle facoltà - presenti nella *Cerebri Anatome* (1664), ma anche e soprattutto le teorie di Descartes a proposito di temi-chiave della neurofisiologia. Come è noto le considerazioni di Stenone hanno come bersaglio principale le proprietà e le funzioni della ghiandola pineale cartesiana. Nel confutare Descartes non manca di far riferimento alle critiche formulate dal suo maestro Sylvius nei confronti del filosofo francese.

“Silvius a fait voir souvent que la description de Monsieur des Cartes, ne s'accorde pas avec la dissection des corps qu'elle décrit.” Quindi, continua Stenone, occorre riconoscere che vi è “une grande difference entre la machine que Monsieur des Cartes s'est imaginée, & celle que nous voyons, lors que nous faisons l'Anatomie des corps humains.” (*Discours sur l'Anatomie du Cerveau, Works*, pp. 233-4.)

Nel discorso sul cervello del 1665 Stensen si discosta dal meccanicismo cartesiano - di cui tuttavia non manca di riconoscere i meriti.

Vi sono due modi per scoprire il funzionamento di una macchina - afferma Stenone - uno è che il suo costruttore ci indichi come essa è composta, l'altra di esaminarne con diligenza tutte le parti di cui essa si compone e la maniera in cui le parti interagiscono. Ma non così ha fatto chi sulla base di pochi elementi ha preteso di costruire un sistema:

“Ils se sont contentez d'observer ses mouvemens, & sur ces seules observations, ont bâti des systèmes, qu'ils ont donnez pour des veritez; quand ils ont creu qu'ils pouvoient expliquer par là, tous les effets qui estoient venus à leur connoissance.”

Occorre considerare che uno stesso fenomeno naturale, ovvero il funzionamento della macchina del corpo umano (nonché del cervello), possa essere il risultato di meccanismi tra loro differenti, non decidibili quindi in termini deduttivi.

“Ils n'ont pas considéré, qu'une mesme chose peut estre expliquée de differente maniere, & qu'il n'y a que les sens qui nous puissent assurer, que l'idée que nous nous en sommes formée, est conforme à la nature.

Or le cerveau estant une machine, il ne faut pas que nous esperions d'en trouver l'artifice, par d'autres voyes, que par celles dont on se

## TESTO PROVVISORIO

sert, pour trouver l'artifice des autres machines. Il ne reste donc qu'à faire ce qu'on feroit en toute autre machine, J'entens de démonter piece-à-piece tous ses ressorts, & considerer ce qu'ils peuvent faire separement, & ensemble."

Anche Descartes, come è noto nella parte IV dei *Principia*, art. 204 aveva riconosciuto che un artigiano può "fare due orologi, che, sebbene indichino l'ora altrettanto bene e siano del tutto simili esternamente, tuttavia dentro sono composti da un assemblaggio molto dissimile di rotelle, così non si può dubitare che il sommo artefice delle cose abbia potuto fare tutto ciò che vediamo in moltissimi modi diversi." (*Principia philosophiae*, IV, art. 204, Descartes, 2009a, p. 2207) Secondo Descartes, le cause che dedotte dai principi, anche se non sono quelle vere, possono essere utilmente applicate a quelle discipline che, come la medicina, hanno come scopo non di conoscere i fenomeni, ma di far uso delle teorie prodotte dalla fisica.

La soluzione di Stenone è differente: lo scienziato danese ritiene che in medicina si debba far ricorso all'osservazione, all'indagine anatomica e a sofisticate procedure sperimentali al fine di sottoporre a controllo le teorie. A suo parere è stato un grave errore fondare la pratica medica su conoscenze incerte; in tal modo non si è fatta progredire la medicina.

Oltre all'indagine autoptica, per Stenone, la medicina deve avvalersi delle matematiche. Una componente centrale delle ricerche stenoniane relative alla contrazione muscolare è condotta in termini geometrici, che gli consente di determinare che nella contrazione il muscolo cambia forma, ma non volume [*Elementorum Myologiae Specimen* (EMS)].

L'esame dei muscoli lo convince che il muscolo si compone di fibre motrici (EMS) e quella che è comunemente descritta carne **non è una massa omogenea e inerte**, ma un insieme di fibre carnose e attive, che si legano ai tendini. Ciascuna fibra motrice è un fascio di piccole fibre disposte parallelamente (fibrillae). Le fibre motrici, piuttosto che il muscolo, sono l'organo del moto animale. La contrazione muscolare non è determinata dall'accesso nel muscolo di spiriti animali; alcuni moti muscolari sono indipendenti da cuore e cervello. Gli esperimenti condotti in Olanda da Swammerdam e da de Bilis gli hanno mostrato che una rana e una tartaruga continuano a muoversi anche se cuore e la testa sono state recise.

Nello studio dei muscoli Stenone non si limita alla considerazione delle parti solide, ma estende l'indagine ai fluidi in esso contenuti: è certo - egli afferma - che vi siano fluidi di diversa natura tra le fibrille di cui sono composte le fibre muscolari, ma ben poco si sa circa la loro composizione e proprietà. Definendoli spiriti animali o succo nerveo non si fa altro che pronunciare parole vuote, poiché di questi poco o nulla si è compreso fino ad ora. Taluni fanno riferimento

## TESTO PROVVISORIO

a particelle saline e sulfuree, o particelle volatili, analoghe allo spirito di vino - il riferimento sembra essere a Willis. Ma questo – continua Stensen - è ancora troppo vago e ci aiuta ben poco a comprenderne le proprietà (*Elementorum Myologiae Specimen*, 1667 edited by Troes Kardel, Philadelphia, 1994, p. 215).

Per comprendere il funzionamento del corpo umano si dovrà quindi seguire l'esempio di Sylvius, coniugando anatomia e chimica (EMS 62/212). L'analisi chimica del sangue e dei fluidi presenti tra le fibre muscolari è per Stenone tra i principali desiderata.

Vi sono poi ulteriori problemi di non facile soluzione nell'indagine dei fluidi, in particolare di quelli presenti nei muscoli, ovvero nei nervi: occorre determinare se vi è una differenza nel moto del fluido quando i muscoli sono distesi e quando si contraggono; occorre poi stabilire se vi è un afflusso di nuovo fluido al momento della contrazione; e infine se quest'ultima sia determinata dal moto del fluido (ibid. 217).

Nelle opere mediche, Stensen fa ricorso alla chimica al fine di indagare in termini sperimentali la natura e proprietà dei fluidi presenti nel corpo umano. Ciò non implica l'accettazione degli aspetti teorici della iatrochimica, né di quella paracelsiana, né di quella helmontiana. In fatto di chimica le conoscenze di Stenone sono il risultato dell'insegnamento di Thomas Bartholin, di Olaus Borch, di Sylvius e di Pierre Borel, nonché di letture di vari autori paracelsiani e non, di cui vi è traccia nel suo manoscritto intitolato "Chaos". Le note di chimica presenti in "Chaos" concernono molteplici temi, ma predominante è l'interesse per la preparazione di medicine chimiche e lo studio delle proprietà di metalli e minerali. I chimici citati da Stenone in "Chaos" sono numerosi e di orientamento molto vario, ma non di tutti si può dire con certezza che Stenone avesse conoscenza diretta. Infatti in varie occasioni la conoscenza di testi deriva piuttosto da Borch che da una lettura diretta. I principali chimici di cui v'è menzione in "Chaos" sono Paracelso, Sendivogius, Libavius, Sala, Fludd, Jean Baptiste van Helmont e soprattutto Matthias Untzer (1581-1624), che era stato medico a Halle, dalla cui raccolta di opere Stenone trasse numerosi exerpta (M. Untzer, i *Tractatus Medico-Chymici Septem, de Sale, Sulphure, Mercurio*. Halle, Melchior Oelschlegel, 1634 ) Pur facendo costante riferimento a sale, zolfo e mercurio, Stenone, al pari di van Helmont, asserisce che i principi chimici non sono preesistenti nei corpi, ma sono prodotti dal fuoco, che ricombina le parti, ma non estrae sostanze semplici. Non manca però di porre dei limiti all'uso dei tria prima: contro Hermann Conring (dalla cui *De Hermetica Aegyptiorum vetre et nova Paracelsicorum medicina...*1648 egli trae numerose note) e contro il medico e filosofo naturale di Wittenberg Daniel Sennert, Stenone sostiene che i colori non sono originati dallo zolfo presente nei corpi ma dalla tessitura dei corpi – un argomento che poi Boyle riprenderà nei suoi scritti contro i principi chimici. ("Chaos", col. 49 e 50)

Uno dei principali scopi della chimica, scrive Stenone, è di rendere fisso quel che

## TESTO PROVVISORIO

è volatile, e volatile ciò che è fisso. ("Chaos", p. 32). Particolare attenzione è rivolta alle proprietà del mercurio e ai processi necessari a renderlo fisso. Le note sul mercurio indicano che Stenone interpreta i processi chimici in termini corpuscolari: il mercurio forma facilmente un amalgama con oro e con argento in quanto gli interstizi tra i corpuscoli che lo compongono sono così ampi così da consentire l'ingresso di particelle di altri metalli. ("Chaos", p. 10).

Parte considerevole delle note di chimica presenti in "Chaos" trattano temi che saranno affrontati nelle sue opere di geologia. Una prima trattazione di questi temi si trova nella dissertazione *De Thermis* (1660). L'argomento principale della dissertazione è l'origine del calore delle acque termali. Stenone avanza due ipotesi, l'una di carattere meccanico - l'attrito delle acque con le rocce -, l'altra (che sviluppa in modo più dettagliato) è di tipo chimico e chiama in causa fuochi sotterranei, combustioni originate dalla presenza di zolfo e bitume.

Lo studio delle acque termali è già presente nella medicina medievale, ma diviene sempre più rilevante nella letteratura medica e chimica cinquecentesca, non necessariamente influenzata dalle idee paracelsiane. Non v'è dubbio che i paracelsiani asserissero l'esistenza di un fuoco da cui avrebbero origine i fenomeni geotermici, tuttavia tale nozione era di più antica origine ed era condivisa anche da coloro che non seguivano le dottrine del medico svizzero.

Nel *De ortu & causis subterraneorum* (1546) di Georg Bauer - Agricola - aveva attribuito al bitume l'alimento dei fuochi sotterranei da cui ha origine il calore delle acque termali. Gabriello Falloppia (*De Thermalibus aquis*, 1564) - autore citato esplicitamente in più occasioni in "Chaos" - asseriva che l'origine dei fuochi era da attribuire sia allo zolfo, presente in grandi quantità sotto terra, che al bitume. (Falloppia, *De medicatis aquis*, 1569, pp. 14-17) A queste Stensen - nel *De thermis* - aggiunge un'altra possibile causa, la reazione esotermica prodotta dall'acqua con la calce viva. Tuttavia, per lo scienziato danese, quali che siano le sostanze reagenti, il calore è sempre generato da moti di particelle. Stenone adotta considerazioni di carattere gravimetrico nello studio delle proprietà delle acque e passa poi a considerare l'origine delle altre proprietà che si riscontrano nelle acque termali. Odore e sapore rimandano certamente alla presenza di zolfo, mentre altre proprietà, che le rendono utili per la cura di varie patologie, derivano dal loro contatto con altri corpi, tra i quali vetriolo e allume, metalli e minerali, le cui parti per erosione si mescolano alle acque. Non meno rilevanti sono le esalazioni, spiriti, emessi anche da minerali presenti nel sottosuolo. Anche se le acque appaiono trasparenti, in esse sono presenti particelle di vari metalli. La forte agitazione delle parti fa sì che le acque non siano dense e che le particelle di varia natura siano ridotte in corpuscoli minutissimi e quindi dispersi in esse così da non formare grumi e non essere visibili - anche possono essere recuperate per mezzo dell'analisi chimica.

Le modalità con cui i solidi si disciolgono nelle acque sono ulteriormente esaminate nella seconda parte del *Canis Carchariae Dissectum Caput*, pubblicato

## TESTO PROVVISORIO

nel 1667 insieme a *Elementorum Myologiae Specimen*. Nell'Ipotesi quarta, dove Stenone fa riferimento agli esperimenti di Pierre Borel, si legge:

“La polvere di un solido o si mescola all'acqua semplicemente, come dimostrano tutti i sali e i vetrioli, o si congiunge ad essa mediante l'intervento di una terza sostanza: così si sciolgono nell'acqua i minerali per mezzo di acidi e le sostanze oleose grazie ai sali di lisciva.” L'olio è fatto precipitare nell'acqua e il minerale si disperde in essa. Ma i processi di soluzione e di separazione sono in ultima istanza spiegati in termini meccanici. Se le particelle della materia più sottile che agitano le parti del solido non si muovono in sincronia con quelle, allora le particelle solide si separano dal fluido e precipitano. Le modificazione delle forme e dei moti delle particelle minime (*minima naturalia*) e l'azione della cartesiana *materia subtilis* possono provocare i mutamenti di stato di varie sostanze.

Che il moto delle parti sia la principale causa dei fenomeni di separazione e precipitazione si desume da quel che si osserva nel sangue che è rosso e fluido solo quando è caldo, ma quando si raffredda le parti si separano. Così, continua Stenone, “i succhi caldi che provengono dalla terra o gli effluvi caldi, misti all'acqua, una volta che viene meno il calore, depongono i pulviscoli che avevano portato con sé.” Se si hanno fenomeni di evaporazione, le parti che si depositano sono proporzionali a quelle che evaporano. La precipitazione di un metallo sciolto in un acido può avvenire anche con l'aggiunta di un altro metallo. Come ha mostrato Pierre Borel con i suoi esperimenti realizzati a Parigi, nell'Accademia di Thevenot, due fluidi limpidissimi, mescolati l'uno all'altro formano una sostanza così densa, quasi solida da non uscire dalla provetta quando questa era rovesciata.” **E' probabile che Borel aveva diluito con acqua dell'acido solforico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, cui aveva aggiunto burro di antimonio (tricloruro di antimonio SbCl<sub>3</sub>), anch'esso liquido. La miscela si coagula immediatamente.**

Esempi tratti dalla chimica consentono a Stenone di ricostruire per mezzo di procedure sperimentali processi chimico-fisici e fenomeni di carattere geologico e mineralogico che non possono essere oggetto dell'esperienza diretta- poiché verificatesi in un lontano passato: “Perché dunque non si potrebbe ipotizzare - scrive Stenone - che in tempi diversi piogge dal cielo e diversi succhi dalla terra ed esalazioni miste ad acqua dissolte in taluni corpi precipitino e in vari corpi si disciolgano?” E' probabile che queste siano le cause che hanno prodotto la formazione dei differenti strati di cui si compone la crosta terrestre. “Perché non ritenere - continua Stenone - che la terra medesima sia un sedimento dell'acqua?” E ciò che noi oggi possiamo estrarre dalla terra, come ad esempio i denti di pescecane, altro non sono che resti di animali viventi in quell'acqua.(tr. it. Morello, 129-130) Diverse possono essere le modalità con cui i resti di animali si sono pietrificati (la Natura ripete Stenone, persegue il medesimo fine con mezzi diversi), ma tutte sono interpretate da Stenone in termini chimici e

## TESTO PROVVISORIO

corpuscolari, ovvero come aggiunta o sottrazione di particelle o mutamento della loro tessiture. Dopo che sia fuoriuscito il succo animale nei loro pori è entrato un altro fluido minerale che si è successivamente pietrificato, oppure il succo animale si è trasformato in succo minerale, oppure i loro pori per effetto del caldo o del freddo si siano ristretti, come si osserva nei metalli che variano il loro volume a causa dei mutamenti della temperatura. Così conclude Stenone: “Dobbiamo alla chimica questi esperimenti, ma non dubito che la natura operi, nel grembo della Terra, in modo simile.”(ibid., p. 139)

Nel *Prodromus*, Stenone riafferma che non tutti minerali si sono formati al momento della creazione, ma rifiuta le concezioni vitalistiche: non si tratta di processi di crescita analoghi a quelli che hanno luogo nel corpo umano, ma di formazioni che hanno origine da esalazioni, da concentrazioni di sali e dalle coagulazione di fluidi:

“... lo provano esperimenti fatti con i sali, con il vetriolo e l'allume disciolti nella medesima acqua, dopo che la parte dell'acqua si sia consumata, si coagulano l'uno diviso dall'altro, senza alcuna mescolanza di parti”( *Prodromus*, tr. it. 1995, p. 31).

Stenone, che non è stato un chimico ma ha acquisito una notevole familiarità con esperimenti e teorie chimiche, fa ricorso a esperimenti chimici per fornire una base empirica alle teorie meccanicistiche in geologia e mineralogia. I moti, le forme e le grandezze di particelle sono il presupposto teorico su cui si fondano le sue spiegazioni dei fenomeni geologici, ma queste fanno costante riferimento alle proprietà chimiche delle sostanze presenti sulla superficie della terra, nonché a reazioni che possono essere riprodotte in laboratorio. Quello di Stenone è un corpuscolarismo chimico, che corregge il rigido meccanicismo cartesiano, ma che allo stesso tempo esclude le concezioni filosofiche non provabili sperimentalmente della chimica paracelsiana ed helmontiana.