RAFFAELLA SELIGARDI *

Il corpo come laboratorio

The body as a laboratory

Summary – The aim of this paper is to study how, mainly during the 18th century, the body of the experimenters was considered on the one hand as a laboratory, and on the other hand as an analytical instrument. Through a general survey that touches, among others, Felice Fontana, Lazzaro Spallanzani, and Luigi Galvani, it is possible to witness a continuity in this use of the experimenters' own body in order to obtain direct and immediate information about the subject of their research. The origin of this practice is twofold: on the one hand, it comes from the medical custom dating back to Hippocrates; on the other, it is rooted in the empiricist thought, which will evolve at the end of 18th century in Kant's philosophy. The problems connected with the use of the body as an instrument are obviously linked to its reliability and to the absence of standardization; in fact, this practice disappeared as mechanical instruments became more and more objective and reliable, as, for example, those by Lavoisier.

Key words: body, senses, medicine, chemistry, physiology

Introduzione

Fin dalle sue origini ippocratiche, la medicina ha considerato il corpo umano sia come *oggetto* di analisi (quello del paziente) sia come *strumento* di analisi (quello del medico). Infatti, l'utilizzo di tutti i cinque sensi per osservare il malato era fondamentale per stabilire una diagnosi e formulare una prognosi. Secondo Ippocrate di Cos (460-370 a.C.), il senso della vista era quello più importante al fine di cogliere i segni o sintomi, mentre la ragione calcolava il valore dell'insieme dei segni osservati attraverso il loro confronto reciproco, per valutare correttamente lo stato del malato e formulare una prognosi sicura [13, pp. 44-46]: il visibile, infatti era criterio dell'invisibile [13, p. 53].

Nei secoli successivi questa prassi si consolidò anche grazie alle opere di Ari-

* CIS, Dipartimento di Filosofia, Università di Bologna. E-mail: raffaella.seligardi@unibo.it

stotele (384-322 a.C.) e Galeno di Pergamo (129-216 d.C.). Infatti, per Galeno, l'esperienza dei sensi era considerata preliminare al ragionamento, nel formulare prognosi. Il senso privilegiato era quello della vista, che serviva a valutare l'aspetto generale del malato, il colorito del viso e del corpo, lo stato degli occhi, delle unghie, i movimenti della respirazione, l'aspetto di escrementi, sputo, e vomito, lo stato del sangue nel salasso. In Galeno il gusto non svolgeva quasi mai nessun ruolo, mentre il tatto serviva per valutare il calore esterno del malato e per conoscere il polso, per valutare l'umidità di pelle e mucose, per la palpazione, e l'udito serviva per valutare il tono del discorso, i silenzi, i gemiti, i rumori della respirazione, la tosse, le arie. Infine, un vero e proprio dialogo tra medico e paziente era necessario alla elaborazione della prognosi [11, p. 158].

L'approccio sensoriale come punto di partenza per la conoscenza, tuttavia, non vale solo per la medicina, ma per ogni altra disciplina: l'assunto di base, di origine aristotelica, fu codificato nel Medio Evo da Tommaso d'Aquino (1225-1274) nel celebre detto «*nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensu*»; lo stesso assunto costituirà, in epoca moderna, la base filosofica dell'empirismo, da John Locke (1632-1704) in poi. Nel secolo successivo, con l'emergere di scienze più specificatamente orientate ai fenomeni della vita, come la fisiologia, la biologia o la chimica del vivente, le pratiche sedimentate da tempo nell'arte medica vennero trasferite anche a queste nuove discipline.

L'impero dei sensi

Nella scienza del Settecento si assisté al trionfo e al conseguente declino dell'utilizzo dei sensi. Non è un caso che ciò sia avvenuto proprio nel corso del XVIII secolo: infatti fu allora che sorsero nuove scienze, come gli studi sull'elettricità, la chimica del vivente, la biologia, tutte in qualche misura connesse con i fenomeni della vita. In mancanza di strumenti e macchinari, che vennero ideati di pari passo con il procedere delle ricerche e delle scoperte in questi nuovi campi, il corpo dello sperimentatore divenne il punto di partenza e il mezzo principe per ottenere informazioni dirette sulle nuove realtà osservate [4, p. 52].

Particolarmente significativo è il caso dell'elettricità: provare la scossa elettrica sul proprio corpo divenne, da un lato, un'eccitante attrazione da salotto; ma d'altro canto, per i ricercatori, subire la scossa forniva dati certi e immediati sul comportamento e sugli effetti del fluido elettrico. Essi ne valutavano l'intensità in base allo choc procurato e al tempo di recupero delle normali funzioni fisiologiche. Lazzaro Spallanzani (1729-1799), ad esempio, nei suoi studi sull'elettricità naturale delle torpedini (svolti negli anni 1782-1784), descrisse l'intensità della «commozione» ricevuta toccando con le mani questi pesci in base alla porzione del suo corpo che ne era coinvolta, e al grado di intorpidimento sofferto [26, 27].

Analogamente, anche gli sperimentatori chimici, di fronte alla novità dei diversi tipi di aria via via scoperti, non esitarono a respirarli. In molti trattati di chi-

mica del Settecento, infatti, le varie sostanze vengono descritte per prima cosa indicando il loro aspetto esteriore, per poi passare alla descrizione delle reazioni e delle combinazioni con le altre sostanze, ecc. Ma per nuove sostanze come le arie, che non sempre potevano essere descritte in base al colore, e tanto meno in base alla consistenza, uno dei fattori fondamentali per classificarle fu la loro eventuale respirabilità. Di solito, per stabilire la questione, i chimici utilizzavano piccoli animali, ma alcuni non esitarono a respirarle in prima persona.

Emblematico in tal senso è il caso di Felice Fontana (1730-1805). Il celebre scienziato nel 1779 volle verificare la questione se l'aria infiammabile fosse mortale o no. Infatti, secondo Joseph Priestley (1733-1804) lo era, e provocava la morte accompagnata da convulsioni, mentre secondo Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), che ne aveva anche respirato un campione contenuto in una vescica, essa non lo era [6, p. 99]. Dopo aver sperimentato su alcuni uccelli, che morivano però senza convulsioni, Fontana passò ai quadrupedi, che morivano in un tempo più lungo rispetto agli uccelli, e con segni di convulsioni. Fontana provò anche a variare le condizioni in cui avveniva la respirazione, ad esempio costringendo gli animali a respirare solo attraverso la bocca, oppure senza tenere il loro intero corpo immerso nell'aria infiammabile: ottenne sempre la morte degli animali [6, pp. 100-101].

A questo punto, si rendeva necessario trovare l'errore di Scheele o l'origine dell'equivoco nelle sue esperienze. A Fontana non restava quindi che sperimentare su se stesso, ripetendo l'esperienza fatta dallo svedese. Respirando l'aria contenuta in una vescica, Fontana scrisse:

> J'avois quelque crainte en commençant à respirer cet air inflammable, mais voyant qu'il ne me faisoit aucune impression de douleur ou d'incommodité, j'ai continué courageusement à le respirer tant qu'il m'a été possible. J'ai fait onze inspirations, ayant commencé après une expiration naturelle [6, p. 102].

Invece, respirando l'aria infiammabile direttamente, cioè non contenuta in una vescica,

> [...] je n'ai jamais réussi à faire plus de trois respirations de suite; & encore étois-je extrêmement incommodé après la première. Ces expériences sont constantes & certaines, parce que je les ai répétés un grand nombre de fois & en différens tems [6, p. 103].

Quindi, concludeva Fontana, era la vescica a causare qualche alterazione all'aria infiammabile.

> Moi-même, comme je l'ai dit ci-dessus, je l'avois respiré onze fois de suite; & je dois avouer de plus que les premières inspirations, non-seulement ne me causoient aucune incommodité, mais qu'il me paroissoit même que je respirois mieux qu'à l'air libre, comme si j'eusse respiré un air infiniment plus léger que l'air commun, & pareil à celui qu'on respire sur les montagnes les plus élevées. Je n'ai jamais éprouvé une aussi agréable sensation, même en respirant l'air déphlogistiqué le plus pur; [...] cette facilité à le respirer & la sensation agréable que j'y ai trouvée n'étoient pas seulement dans mon imagination, car je les ai constamment

> éprouvées dans les nombreuses expériences que j'ai faites sur cette matière. Mais j'ai payé bien cher ce plaisir peu de tems après, & peu s'en est fallu qu'il ne m'ait coûté la vie [6, pp. 103-104].

Dopo aver riempito con 350 pollici cubici di idrogeno una grande vescica, Fontana decise di respirarne finché gli fosse possibile, reso più ardito dalle esperienze precedenti. Dopo aver svuotato i polmoni più che poteva,

> [...] j'ai commencé à respirer cet air de la vessie; & à peine la première inspiration étoit-elle finie, que j'ai senti une incommodité & une oppression très-considerables. Au milieu de la seconde inspiration, j'ai entendu M. Cavallo, qui a eu la complaisance de m'aider dans ces expériences, qui me disoit, que j'étois devenu tout-à-fait pâle; les objets commençoient en effet à s'obscurcir à mes yeux. Malgré cela, j'ai voulu faire encore la troisième inspiration; mais alors les forces m'ont manqué, j'ai perdu entièrement les objets de vue & je suis tombé sur mes genoux. Bien que dans cet état, j'aie respiré avec force l'air commun de la chambre, mes genoux n'ont pu me soutenir davantage, & il m'a fallu tomber par terre. Je suis revenu à moi peu de tems après, il est vrai; mais il m'est resté pendant tout le reste de la journée une incommodité dans les poumons; ma respiration était difficile & pénible comme si j'avois eu un grand poids sur la poitrine; et je me ne suis trouvé bien que le lendemain [6, p. 104].

Fontana, constatando poi che l'aria infiammabile non aveva subito alterazioni, essendo ancora infiammabile dopo la respirazione, concluse che, quando si respira dalla vescica, si «ricicla» l'aria contenuta nei nostri polmoni, che non si vuotano mai del tutto [6, p. 105]. L'aria contenuta nei polmoni è ancora in qualche misura respirabile, e questa era la ragione dei risultati ambigui di Scheele.

L'utilizzo del proprio corpo, da parte di Fontana, ci illumina anche su un altro aspetto importante di questa pratica: l'attendibilità dei risultati ottenuti attraverso i sensi. In questo caso, Fontana si pose come arbitro tra due personaggi di provata autorità scientifica e onestà intellettuale come Priestley e Scheele, i quali erano entrambi degni di fede. L'unico modo per dirimere la controversia era quello di ripetere in prima persona, cioè sul proprio corpo, l'esperimento. Si noti che Fontana non mise in dubbio la buona fede di Scheele, ma l'attendibilità dei mezzi che il farmacista svedese aveva impiegato. Visto che l'impiego di piccoli animali non era conclusivo, l'unica soluzione era quella di sperimentare in prima persona gli effetti dell'aria infiammabile sulla respirazione.

Per ottenere dignità di validità, Fontana ripeté le esperienze più volte, e si avvalse di un testimone di chiara fama come Tiberio Cavallo (1749-1809). Il riferimento a testimoni degni di fede apre il discorso sociologico dell'attendibilità delle esperienze compiute in prima persona. A questo proposito, nel corso del Settecento esistono almeno altri tre casi emblematici, che riporto in breve perché già affrontati in dettaglio dagli storici.

Il primo, cronologicamente, è rappresentato dall'*affaire* dei tubi medicati, che alla metà del Settecento vide coinvolto l'abate Jean Antoine Nollet (1700-1770) contro i sostenitori italiani di questa pratica, come il medico veneziano Gianfrance-

sco Pivati (1746-1751) [2]. Nollet riteneva ciarlataneria le guarigioni ottenute riempiendo di medicinali tubi di vetro elettrizzati con cui si toccava poi il paziente, e per confutare questa pratica adottò due strategie: la prima richiedeva che fossero pesati i tubi prima e dopo la somministrazione della cura al paziente, per verificare se parte del medicinale fosse effettivamente passata attraverso il vetro; l'altra prevedeva che a sottoporsi all'esperimento, e a fungere da testimoni, fossero persone degne di fede. Nollet, infatti, considerava inattendibili popolani e servitori, e degni di fede membri dell'aristocrazia, medici e scienziati [2, pp. 155-156; 21, pp. 75-78].

Il secondo caso riguarda la rabdomanzia, sostenuta da Pierre Thouvenel (1745-1815), a partire dal 1781, e da Carlo Amoretti (1741-1816) e Alberto Fortis (1741-1803) tra il 1792 e il 1815. Alcuni personaggi dotati di una costituzione fisica particolare riuscivano ad individuare la presenza di fonti d'acqua o filoni minerari sotterranei. Thouvenel ed Amoretti cercarono di ottenere credibilità scientifica per questa pratica appoggiandosi alle recenti scoperte sull'elettricità, e in particolare Amoretti fece appello alla scoperta galvaniana dell'elettricità animale. La credibilità di fronte al pubblico invece, veniva pretesa in nome della pubblica utilità [4, pp. 23-49].

Infine, l'ultimo caso è quello del magnetismo animale, sostenuto dal medico austriaco Franz Anton Mesmer (1734-1815) a Parigi dal 1778. Anche il mesmerismo faceva appello all'utilità sociale per ottenere legittimità, in quanto procurava guarigioni. Questo, secondo Simon Schaffer, rappresentava una grave minaccia per la medicina istituzionale [21, pp. 78-87], e fu anche per questo che la Commissione incaricata di valutare l'effettiva esistenza del magnetismo animale e la sua efficacia medica diede parere negativo nel 1784. Secondo Lucia De Frenza, invece, la condanna del mesmerismo derivò dal fatto che esso dipendeva in misura ancora maggiore, rispetto ai casi precedenti, dall'abilità del singolo sperimentatore; inoltre le componenti mistiche ed occultiste insite in questa pratica erano troppo spiccate per avere una pretesa di scientificità [4, pp. 28-33].

In tutti questi casi si ha un coinvolgimento del corpo umano come veicolo di forze, fisiche o biofisiche, che vengono trasferite su un oggetto (la bacchetta del rabdomante) o su un corpo vivente (quello del paziente). La componente soggettiva, rappresentata dalla credulità di chi era oggetto dell'esperimento, associata alla fiducia altrettanto soggettiva nella buona riuscita dello stesso da parte dello sperimentatore, generò seri problemi per l'accettazione di queste discipline emergenti.

Tornando alla fisiologia e alla chimica del vivente, altri sperimentatori, oltre a Fontana, non esitarono ad utilizzare il proprio corpo come laboratorio. Il già citato Lazzaro Spallanzani utilizzò il proprio corpo anche per i suoi studi sulla digestione, svolti tra il 1777 e il 1778 [3]. Infatti, dopo aver compiuto esperimenti sulla digestione in vari ordini di animali, decise di compierli sull'uomo, perché

> Vero è che da quanto si è scoperto […] negli uccelli rapaci, ne' gatti, e ne' cani, i cui stomachi sono tanto simili ai nostri, si aveva un plausibilissimo argomento d'inferire ciò che intorno alla digestione accade anche in noi; ma è vero altresì che l'argomento era sempre analogico, e per conseguenza probabile, ma non sicuro. E

> se io aveva avuta scurezza negli Animali, a molto più di ragione doveva fare ogni sforzo per averla eziandio nell'Uomo. Scorrendo l'Opere de' Medici sì moderni, che antichi, nulla evvi di più ovvio, di più frequente, che l'abbattersi in Libri che favellano della digestione dell'Uomo. Ma se mi è lecito il dirlo […] Qui mancano assolutamente le esperienze dirette, le esperienze instituite su l'Uomo, e non si cammina che al barlume di congetture, o col debile [*sic*] appoggio d'Ipotesi poco men che precarie [24, p. 193].

Quindi, solo l'esperienza diretta poteva dirimere la questione. Spallanzani compì su se stesso due ordini di esperienze:

1. ottenere del succo gastrico umano per poterlo analizzare chimicamente;
2. ingoiare dei tubi contenenti diverse sostanze vegetali ed animali e vedere i cambiamenti subiti da queste sostanze una volta espulsi i tubi per via naturale.

Spallanzani non nascose le sue perplessità:

> Pensando io di fare in me stesso questo doppio genere di esperienze, sinceramente confesso, che quelle de' tubi mi misero dapprincipio in qualche apprensione, che facendole potessi andar contro a qualche pericolo. Mi stavano in mente le Storie di alcuni corpi indigeribili inghiottiti dagli Uomini, i quali si erano arrestati dentro allo stomaco, prodotti avevano molesti sintomi, e dopo un tempo considerabile erano usciti per vomito. Aveva pur presenti gli esempi di altri corpi simili fermatisi nel dutto [*sic*] intestinale. Tuttavolta altri fatti contrarj, e più frequenti, anzi per così dir cotidiani mi facevan coraggio, e in certo modo m'invitavano a queste esperienze. Consistevano questi nel vedere come i noccioli durissimi […], quali sono quelli delle ciliegie, delle marasche, delle nespole, e per fino delle susine, inavvedutamente ingoiati da fanciulli plebei, o di contado, passano felicemente per secesso, senza che mai o quasi mai si sia saputo, che cagionato abbian loro il più piccolo incomodo. Questi ultimi fatti, inutilmente me con me contrastante, la vinsero, per determinarmi almeno a farne un saggio, il quale proccurai [*sic*] che fosse dei più discreti [24, p. 184].

Spallanzani mise in una borsetta di tela via via pezzi di pane, carne di vitello, cappone, bue, sia cruda che cotta, e osservò il grado di digestione di questi alimenti una volta uscita la borsetta per vie naturali. Per dirimere la questione dell'azione meccanica triturante dello stomaco, si risolse ad ingoiare gli stessi alimenti posti in appositi tubetti.

> Veduto avendo che nel saggio delle sopradescritte esperienze provato io non aveva verun fastidio, dirò con tutta candidezza, che passai a fare in me stesso queste altre senza timore o ribrezzo.
> Solamente invece de' tubi di latta mi servii di quelli di legno, per paura che il metallo dimorante nello stomaco, e nelle budella non potesse farmi qualche brutto giuoco […] Il calibro de' tubetti di legno fu di tre linee, e la lunghezza di cinque. Le loro pareti erano conforme al solito tutte pertugiate, perché i miei suchi gastrici potessero non solo per le due estremità, ma eziandio per la lunghezza delle pareti avere liberamente l'ingresso. Mi convenne qui poi prendere una cautela […] e questa fu di dare una borsa o coperta di tela ai tubetti, per impedire l'ingresso delle materie escrementose nei medesimi, allorché dovevano passare pel lungo tratto degl'intestini [24, pp. 197-198].

I risultati ottenuti, utilizzando sia carne cotta che bacche, gli permisero di escludere l'azione triturante dello stomaco. Per il primo ordine di esperimenti invece era necessario procurarsi del succo gastrico umano, e qui il racconto si fa più drammatico:

> Non mi restava dunque che un mezzo, ed era quello di farmi uscire per bocca a stomaco digiuno del suco gastrico per via del vomito ad arte procurato. Così feci, preferendo l'espediente di stimolarmi dolcemente le fauci con la punta di due dita, per cui producevasi in me subito il vomito, all'altro di prendere a digiuno dell'acqua tiepida, per non far confusione di questo fluido straniero col suco gastrico. Due mattine adunque prima di aver preso né bevande né cibi, eccitai in tal maniera in me il vomito, e tutte due le volte ne ebbi una ragionevole quantità, in grazia della quale potei intraprendere alcune poche esperienze [...]. Io veramente ne avrei voluto intraprendere maggior numero, ma mi fu conteso di farlo dal non aver potuto continuare ad avere del mio suco gastrico, come avrei grandemente desiderato. L'ingratissimo senso, che eccitavasi in me nell'atto del vomito, e lo sconvolgimento di tutta la persona, ma singolarmente dello stomaco, che veniva in appresso, e che durava per più ore fecero sul mio animo un'impressione sì svantaggiosa, sì ributtante per quella esperienza, che non fui capace di ripeterla, malgrado la voglia somma, che ne avessi [24, p. 206].

Il poco succo ottenuto (1 oncia e 32 grani) viene descritto come limpido, di nessun colore, di «piccolo sapore salato, senza alcuna amarezza», non infiammabile, volatile all'aria aperta; una porzione posta in un vaso chiuso non subisce alterazioni nel tempo [24, p. 207; 28, c. 19v]. Spallanzani notò inoltre l'azione antiputrefattiva del succo gastrico, smentendo un'ulteriore credenza del tempo, che associava la digestione alla putrefazione. Arrivò a questa conclusione anche sperimentando il fenomeno della digestione extracorporea. Per queste esperienze Spallanzani aveva bisogno di un calore costante, come quello presente all'interno del corpo, quindi di nuovo utilizzò se stesso, tenendo i campioni dei vari succhi gastrici animali che agivano su sostanze nutritive sotto l'ascella per 24 ore [25, c. 72v] o «tra una mia coscia e la calzetta [29, c. 3r]».

Il caso di Spallanzani è veramente significativo della pratica dell'impiego del corpo come laboratorio. In questo caso, infatti, il corpo dello scienziato fornisce sia la materia prima su cui operare sia lo strumento per produrre l'evento da studiare. Inoltre, il corpo diventa il mezzo primario per verificare ipotesi che senza questi esperimenti sarebbero rimaste solo congetture.

Venendo infine a Luigi Galvani (1737-1798), è indubbio che la sua formazione di medico lo influenzasse nelle procedure adottate nell'analisi delle arie estratte dalle sostanze animali liquide e solide, e di quelle estratte dagli intestini. Nel corso del 1783-1785 Galvani compì numerosissimi esperimenti in questo campo, che ho già descritto in passato [22, 23]. Le analisi erano standard: la sostanza di partenza veniva presa sempre nella quantità di tre dramme; si analizzavano poi qualitativamente [7]:

- la quantità di bolle prodotte dal gas ricavato, durante l'estrazione dell'aria dalla sostanza, all'interno della campana di vetro dell'apparato sperimentale;

– il tipo e l'intensità del rumore dello scoppio che facevano;
– la produzione di vapore al loro scoppio e il colore del vapore stesso;
– l'eventuale deposito sulla superficie dell'acqua dopo lo scoppio.

L'aria, una volta estratta dalla campana, veniva testata con la tintura di tornasole per verificarne l'acidità; poi un'altra porzione di questa aria veniva posta in un barattolo e si provava la sua infiammabilità accostandovi un cerino. Galvani osservò il colore della fiamma, la sua ampiezza, la sua altezza, se si producevano scoppi e di quale intensità. Infine, testò la solubilità del gas in acqua e ripeté l'esperimento con il cerino sull'aria che non era stata assorbita. Il capo morto (cioè il residuo solido) veniva pesato e descritto in base al colore e alla consistenza, e se attraeva o meno la calamita.

Dopo le sostanze animali fluide Galvani passò all'esame dei solidi animali [8]. In queste sostanze, oltre al tipo di aria, Galvani ricercò i tre «principi» per lui fondamentali: il flogisto, il principio acido, e il principio infiammabile. In generale, le arie e i principi estratti da queste sostanze solide furono gli stessi ottenuti dalle parti fluide animali; tuttavia Galvani scrisse di aver ottenuto una maggior quantità d'aria dalle ossa, poi, decrescendo, dall'aorta, dal midollo spinale, dai tendini e dai muscoli.

I registri di laboratorio indicano sempre odore, colore e consistenza, e come questi cambino nel tempo, attraverso numerose tavole comparative. Galvani cercò anche di darsi alcuni standard nella classificazione degli odori (volatile, piccante, urinoso, cadaverico, putrido), dei sapori (amaro, piccante, dolce; in alcuni casi registrò anche la durata della persistenza in bocca del sapore [9]) e dei colori (per esempio, relativamente al sangue: rosso florido, rosso coccineo, rosso cinabro, ecc., nelle gradazioni di fosco, cupo, chiaro); tuttavia, soprattutto per quanto riguarda i colori, dovette ricorrere a numerose similitudini (caffé, cioccolata, castagna,…).

L'indagine qualitativa, e in particolare la registrazione accurata dei colori, servì a Galvani per formulare ipotesi sui principi contenuti in queste arie [22, pp. 153-159]. Galvani quindi utilizzò tutti i suoi sensi nelle sue ricerche di tipo chimico sulle arie estratte dalle varie parti animali, e utilizzò i dati raccolti per formulare ipotesi che furono fondamentali per le sue successive ricerche sul fluido nerveo.

Il declino dell'approccio sensoriale

Da questo excursus è evidente che nel Settecento si ebbe il trionfo dei sensi nella scienza, dal punto di vista dell'analisi qualitativa [18]. Ma questa prassi proprio nel Settecento cominciò il suo declino. Sicuramente, per quanto riguarda la chimica, uno dei responsabili di questa inversione di tendenza fu Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) assieme alla sua équipe.

Lissa Roberts, in modo molto convincente, ha stabilito che

> In place of the particular signs of sensible evidence that have previously guided chemists through individual aspects of their art, the «new» chemists sought deter-

> minative evidence that was transportable across qualitative and spatial borders alike [19, p. 506].
> Not only was sense evidence inexact and incomplete, then. Because it involved individual experience not subject to standardization, it could not stand for all time and space as objective, generalized knowledge. […] Quantitative measurements, on the other hand, were universally transportable, provided they were calculated according to a standardized scale and corrected for local variation of temperature and pressure. […] To establish their system, the «new» chemists had not only to develop new theories and a new nomenclature. They had also to promote the acceptance of complex and costly instruments that produced the measurements that warranted their theories and nomenclature [19, p. 515].

Com'è noto, Lavoisier inventò e successivamente descrisse numerosi strumenti nella terza parte del suo *Traité élémentaire de Chimie* (1789), e fu contestato per le ingenti spese che questi strumenti richiedevano, il che impediva a molti di ripetere gli esperimenti [10, p. 44]. Tuttavia, la nuova teoria chimica richiedeva oggettività e accuratezza incontestabili. Lavoisier ragionava «alla maniera dei geometri»; quindi erano le quantità, che dovevano essere misurate con la massima precisione, e non le qualità, a rendere valide e inoppugnabili le sue scoperte e la loro sistematizzazione nella nuova teoria chimica.

Se questo approccio era valido per gli studi sulle arie e sulla combustione, sulla natura composta dell'acqua, sulle possibili combinazioni delle sostanze che vanno a formare i sali, esso lo era anche per i processi fisiologici. Infatti, Roberts nella sua analisi non ha considerato gli esperimenti sul vivente condotti da Lavoisier, in particolare quelli sulla respirazione e sulla traspirazione, che videro Armand Séguin (1767-1835) sottoporsi a una vera e propria tortura in nome della scienza [5, 12, 17][1]. Poiché nel 1777 Lavoisier aveva stabilito che la respirazione era una combustione lenta e che il calore animale era un risultato di essa, volle dimostrare sperimentalmente questo fatto, utilizzando metodi rigorosamente quantitativi. Inizialmente effettuò gli esperimenti sui porcellini d'India, poi

> Benché penose, disaggradevoli, ed anche pericolose fossero le esperienze a cui era d'uopo abbandonarsi, il Sig. Seguin ha desiderato ch'esse si facessero tutte sopra lui medesimo [15, p. 15].

La metodologia applicata da Lavoisier nella conduzione di questi esperimenti è, di nuovo, squisitamente quantitativa.

> Una veste di taffetà intonacata di gomma elastica, che non lascia penetrare né l'aria né l'umidità, ci ha servito a separare tutti i fenomeni della traspirazione insensibile da quelli della respirazione. Il Sig. Seguin entrava in questa specie di veste o sacco che si chiudeva per di sopra la testa con un forte legaccio; una canna che si adattava alla sua bocca, e che si saldava con mastice sopra la pelle in maniera da non lasciar sfuggire veruna porzione di aria, gli dava la libertà di respirare.

[1] I disegni di Madame Lavoisier relativi agli esperimenti di Lavoisier e Séguin sono descritti in [1], pp. 65-66.

> Tutto ciò che apparteneva alla respirazione, succedeva con questo mezzo al di fuori dell'apparecchio; tutto ciò che apparteneva alla traspirazione, succedeva al di dentro.
> Pesandosi prima di entrare nell'apparecchio, e dopo di esserne uscito, la differenza dava la perdita di peso dovuta all'effetto riunito della respirazione e della traspirazione.
> Pesandosi qualche momento dopo di essere entrato nell'apparecchio, ed alcuni istanti prima di uscirne, si aveva la perdita di peso dovuta solamente agli effetti della respirazione [16, pp. 34-35].

I risultati furono riportati in valori numerici come segue: Un uomo digiuno, a riposo, alla temperatura di 26°R consuma 1210 pollici cubici di aria vitale all'ora, mentre a 12°R ne consuma 1344 (mantenendo le altre condizioni invariate). Durante la digestione il consumo di aria vitale ammonta a 1800-1900 pollici cubici. Sollevando un peso di 15 libbre ad un'altezza di 613 piedi per 1/4 d'ora consuma 800 pollici di aria vitale, cioè 3200 pollici all'ora. Svolgendo lo stesso esercizio durante la digestione consuma 4600 pollici (come sollevare 55 libbre a 650 piedi). Il grado di calore del sangue è più o meno lo stesso in tutte queste esperienze, ma aumenta la frequenza delle pulsazioni e delle inspirazioni [15, pp. 15-16].

Da qui, Lavoisier ricavò due leggi quantitative:

> 1. l'accrescimento del numero delle pulsazioni del polso è pressoché sempre in ragione diretta della somma dei pesi che si sollevano ad un'altezza determinata […].
> 2. la quantità d'aria vitale consumata s'aumenta sempre a circostanze eguali, ed allorché la persona respira tanto spesso quanto il bisogno lo esige, come il numero delle pulsazioni moltiplicato pel numero delle inspirazioni […] [15, p. 16].

Nella memoria sulla traspirazione, condotta in modo analogo, il metodo algebrico lavoisieriano, che prevedeva il bilanciamento delle quantità in entrambi i membri di un'equazione, diventa ancora più esplicito.

La perdita di peso in individuo non affaticato varia da 11 a 32 grani per minuto, cioè da 1 libbra 11 once 4 grossi, fino a 5 libbre in 24 ore. Questo dato comprende tutti gli effetti delle traspirazioni e della respirazione [16, p. 40]. In media, si perdono 18 grani di peso al minuto, cioè 1 oncia 7 grossi all'ora, 2 libbre 13 once in 24 ore. Di queste 2 libbre 13 once, 1 libbra 14 once sono effetti della traspirazione cutanea; mentre 15 once sono effetti della traspirazione. Un uomo consuma in 24 ore 36.000 pollici cubici di aria vitale, cioè circa 21 piedi cubici, cioè 31 once [16, p. 41][2].

[2] Per quanto riguarda i pesi di Parigi, Franco Calascibetta ha stabilito la seguente tavola di conversione:

1 libbra = 489.51 grammi = 16 once
1 oncia = 30.59 grammi = 8 grossi
1 grosso = 3.82 grammi = 72 grani
1 grano = 53 mg.

Facendo i dovuti calcoli, si ottiene quindi che:

1. acqua per traspirazione cutanea in 24 ore: 1 libbra 14 grossi
2. acqua per traspirazione polmonare in 24 ore: 7 once
3. carbonio in 24 ore: 4 once 6 grossi 48 grani
4. idrogeno in 24 ore: 3 once 1 grosso 24 grani

totale : 2 libbre 13 once [16, p. 42].

Come si può notare dai testi riportati, è evidente che il possessore del corpo di Séguin non ha nessuna voce in capitolo: tutte le reazioni del suo corpo vengono misurate, ma Séguin non viene interpellato su come *egli* si senta o che cosa provi, e questo stride fortemente con i racconti drammatici di Fontana o Spallanzani. Il corpo diventa un oggetto *tout court*, un laboratorio al cui interno avvengono fenomeni che non sono studiati dal suo stesso possessore, ma da un osservatore esterno garante di oggettività. Il corpo è diventato semplicemente una «macchina animale», in cui la componente «macchina» è prevalente.

Conclusione

Un dizionario di italiano definisce il laboratorio come un «ambiente dotato di attrezzature per la ricerca scientifica e per particolari prove ed esami» [20]. Abbiamo visto la duplice funzione che il corpo dello scienziato settecentesco svolse se considerato come laboratorio: da un lato, per secoli, i cinque sensi dello sperimentatore costituirono parte integrante di queste attrezzature per la ricerca, fornendo immediate descrizioni dei fenomeni in esame; dall'altro, il corpo venne visto come macchina in grado di svolgere funzioni complesse (respirazione, traspirazione, digestione), ma anche come rilevatore di forze sotterranee, magnetiche, o elettriche.

Questa seconda accezione è stata la prima a perdere la sua funzione, sia attraverso lo screditamento nei confronti di chi praticava queste discipline di confine da parte della comunità scientifica, sia attraverso la spersonalizzazione del corpo, che divenne pura macchina, eliminando la componente soggettiva del suo possessore. Come ha scritto Schaffer,

> New experimental regimes were designed to distract attention from the person of the experimenter by making instruments into inscription devices and by automating the experimental process. New scientific disciplines needed disciplined instrumental techniques and docile bodies [21, p. 91].

Per quanto riguarda invece la prima accezione, ritengo che seppure meno utilizzata che in passato, essa sia irrinunciabile. Per la medicina questo è ovvio, ma anche per la chimica ancora oggi ci si avvale di analisi qualitative che, in definitiva, rimangono legate alla soggettività dello sperimentatore. Per quanto possiamo elaborare modelli ideali e totalmente avulsi dalla realtà sensibile, o ideare macchine che si sostituiscano progressivamente all'uomo, è innegabile che i sensi rappresen-

tino la nostra prima interfaccia col mondo. Immanuel Kant (1724-1804), oltre duecento anni fa, scrisse che noi non conosciamo tanto le cose, quanto il nostro modo di conoscere le cose[3]; gli oggetti o si presentano a noi attraverso i sensi e la nostra capacità di interpretare i dati sensoriali, o non si presentano affatto, poiché se non sono filtrati dai sensi sono puri oggetti di ragione. Per questo, ritengo che fondamentalmente gli strumenti non siano altro che protesi, e che l'approccio sensoriale, nel cammino della nostra conoscenza, resti irrinunciabile.

BIBLIOGRAFIA

[1] Beretta, M., 2000. Pneumatic vs. 'aerial medicine': Salubrity and respirability of air at the end of the eighteenth century. In: *Nuova voltiana. Studies on Volta and his times* (F. Bevilacqua, L. Fregonese, eds), Hoepli, Milano, 2, 49-71.

[2] Bertucci, P., 2007. *Viaggio nel paese delle meraviglie. Scienza e curiosità nell'Italia del Settecento*, Bollati Boringhieri, Torino, 294 p.

[3] Castellani, C., 1983. Gli studi spallanziani sulla digestione nei giornali e nelle dissertazioni. In: *Dynamis. Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam illustrandam*, 3, 91-147.

[4] De Frenza, L., 2005. *I sonnambuli delle miniere. Amoretti, Fortis, Spallanzani e il dibattito sull'elettrometria organica e minerale in Italia (1790-1816)*, Olschki, Firenze, 628 p.

[5] Dejours, P., 1995. Lavoisier physiologiste. In: *Il y a 200 ans Lavoisier. Actes du colloque organisé à l'occasion du bicentenaire de la mort d'Antoine Laurent Lavoisier, le 8 mai 1794. Paris et Blois, 3-6 mai 1994* (C. Demeulenaere-Douyère, ed.), Tec & Doc, Paris, London, New York, 11-18.

[6] Fontana, F., 1780. Mèmoire sur l'air inflammable, présenté le 18 Février, & lu le 11 Mars 1779, à la Société Royale de Londres. Par M. l'Abbé F. Felix Fontana, Physicien de S.A.R. le Grand-Duc de Toscane, & Directeur de son Cabinet d'Histoire Naturelle. In: *Observations sur la physique*, 15, 99-111.

[7] Galvani, L., Mss Galvani, Cart. I, Plico I, C. In: Accademia delle Scienze di Bologna.

[8] Galvani, L., Mss Galvani, Cart. I, Plico I, D, fasc. 1, *Cap 4°, Copia, e qualità dell'aria estratta dalle varie parti animali solide*. In: Accademia delle Scienze di Bologna.

[9] Galvani, L., Mss Galvani, Cart. I, Plico III, B, C. In: Accademia delle Scienze di Bologna.

[10] Golinski, J.V., 1994. Precision instruments and the demonstrative order of proof in Lavoisier's Chemistry. In: *Osiris*, 9, 30-47.

[11] Gourevitch, D., 1993. Le vie della conoscenza: la medicina nel mondo romano. In: *Storia del pensiero medico occidentale*, 1. *Antichità e Medioevo* (M.D. Grmek, ed.), Laterza, Bari, 121-165.

[12] Holmes, F.L., 1985. *Lavoisier and the chemistry of life: An exploration of scientific creativity*, University of Wisconsin Press, Madison, 592 p.

[13] Jouanna, J., 1993. La nascita dell'arte medica occidentale. In: *Storia del pensiero medico occidentale*, 1. *Antichità e Medioevo* (M.D. Grmek, ed.), Laterza, Bari, 3-72.

[14] Kant, I., 1781. *Critica della Ragion Pura*, B XVIII.

[15] Lavoisier, A.L., A. Séguin, 1792[2]a. Sulla respirazione, dissertazione inedita del Sig. Lavoisier diretta a Vincenzo Dandolo e dallo stesso portata dal francese nell'italiano idioma con alcune

[3] «Noi tanto conosciamo a priori delle cose quanto noi stessi poniamo in esse» [14].

note illustrative. In: Dandolo, V., *Dizionarii vecchio e nuovo, nuovo e vecchio di nomenclatura chimica. Il secondo de' quali contiene la chiave e le regole del nuovo sistema di Chimica*, A. Zatta, Venezia, 1-28.

[16] Lavoisier, A.L., A. Séguin, 1792[2]b. Sulla traspirazione. Dissertazione inedita dei signori Lavoisier e Seguin diretta a Vincenzo Dandolo e dallo stesso portata dal francese nell'italiano idioma. In: Dandolo, V., *Dizionarii vecchio e nuovo, nuovo e vecchio di nomenclatura chimica. Il secondo de' quali contiene la chiave e le regole del nuovo sistema di Chimica*, A. Zatta, Venezia, 31-45.

[17] Poirier, J.P., 1997. La contribution d'Armand Seguin (1767-1835) aux programmes de recherche de Lavoisier. In: *Oeuvres de Lavoisier. Correspondance, 6. 1789-1791* (P. Bret, ed.), Blanchard, Paris: vol. 6, *Annexe VIII*, 427-436.

[18] Riskin. J., 2002. *Science in the Age of Sensibility: The Sentimental Empiricists of the French Enlightenment*, University of Chicago Press, Chicago, 338 p.

[19] Roberts, L., 1995. The death of the sensuous chemist: the 'new' chemistry and the transformation of sensuous technology. In: *Studies in history and philosophy of science*, 26/4, 503-529.

[20] Sabatini, F., V. Coletti, 1999. *DISC. Dizionario Italiano Sabatini Coletti*, Giunti, Firenze.

[21] Schaffer, S., 1994. Self evidence. In: *Questions of evidence. Proof, practice, and persuasion across the disciplines* (J. Chandler, A.I. Davidson, H. Harootunian, eds), University of Chicago Press, Chicago, London, 56-91.

[22] Seligardi, R., 1998. Luigi Galvani e la chimica del Settecento. In: *Atti del VII Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica* (F. Calascibetta, ed.), Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Roma, 146-162.

[23] Seligardi, R., 1999. Luigi Galvani between chemistry and physiology. In: *Luigi Galvani international workshop. Proceedings* (M. Bresadola, G. Pancaldi, eds), CIS, Dipartimento di Filosofia, Università di Bologna, Bologna, 83-98.

[24] Spallanzani, L., 1780. *Dissertazioni di fisica animale e vegetabile*, Società Tipografica, 296 p.

[25] Spallanzani, L., Mss. Regg. B. 32, In: Biblioteca Municipale «A. Panizzi», Reggio Emilia.

[26] Spallanzani, L., Mss. Regg. B. 54, *Viaggio marittimo del 1783 e giornale di esperienze sulla fauna marina*. In: Biblioteca Municipale «A. Panizzi», Reggio Emilia, cc. 10r-31r.

[27] Spallanzani, L., Mss. Regg. B. 57, *Giornale di esperienze sulla fauna marina della laguna di Chioggia*. In: Biblioteca Municipale «A. Panizzi», Reggio Emilia, cc. 22r-25r.

[28] Spallanzani, L., Mss. Regg. B. 140. In: Biblioteca Municipale «A. Panizzi», Reggio Emilia.

[29] Spallanzani, L., Mss, Regg. B. 147, In: Biblioteca Municipale «A. Panizzi», Reggio Emilia.