

Università degli studi di Parma

Dottorato di ricerca in Filosofia e Antropologia

Ciclo XXV

Esperienza e metodo.
Descartes e la storia naturale
nell'ordine della *Mathesis*

Coordinatore:

Chiar.ma Prof.ssa Beatrice Centi

Tutor:

Chiar.mo Prof. Stefano Caroti

Dottorando:

Fabrizio Baldassarri

Indice

| | |
|---|-----|
| Introduzione | 7 |
| I. <i>Mathesis universalis</i> | 21 |
| § 1. <i>Le immagini della scienza: dall'enciclopedia all'albero della filosofia</i> | 21 |
| 1.A. I sogni del 1619: l'enciclopedia..... | 22 |
| 1.B. Dal filo alla catena. <i>Regulæ, Monde, Discours & Essais</i> | 26 |
| 1.C. L'albero della filosofia: il sistema unitario delle scienze | 40 |
| 1.D. Unità e progresso delle conoscenze. Esperienza ed esperimento | 44 |
| II. <i>Esperienza e Metodo</i> | 53 |
| § 1. <i>Le Regulæ ad directionem ingenii. Un metodo analitico e sperimentale</i> . | 55 |
| 1.A. Le operazioni intellettuali: il metodo delle <i>Regulæ</i> | 56 |
| 1.B. Serie, enumerazione, induzione: l'ordine della pratica conoscitiva | 61 |
| 1.C. Esempi di operatività della <i>Mathesis</i> | 69 |
| § 2. <i>Quattro precetti facili e semplici</i> | 75 |
| 2.A. « <i>Plus en Pratique qu'en Théorie</i> » | 75 |
| 2.B. Dall'esperienza all'esperimento. L'arcobaleno | 81 |
| 2.C. Osservazioni, esperimenti e cataloghi. La corrispondenza | 84 |
| 2.D. Modelli, ipotesi, congetture e ragioni. L'ordine sistematico del metodo | 86 |
| § 3. <i>Descartes e lo sperimentalismo</i> | 94 |
| 3.A. Descartes e Bacon | 96 |
| 3.B. Descartes, Mersenne e Gassendi | 101 |

III. «La nature des corps qui sont sur la terre».

| | |
|---|-----|
| <i>Descartes e lo studio dei corpi terrestri</i> | 117 |
| A. I minerali | 127 |
| § 1. <i>Le chimere dell'immaginazione e l'ordine della ragione</i> | 129 |
| § 2. <i>Le “tavole delle qualità” e le leggi della natura</i> | 133 |
| 2.A. Il peso | 133 |
| 2.B. Le qualità: « <i>gravitas, levitas, durities, ect.</i> » | 137 |
| 2.C. Esperienza, esperimento e metodo | 139 |
| § 3. <i>Dalla curiosità alla scienza</i> | 146 |
| 3.A. Il fuoco prodotto dalle pietre | 146 |
| 3.B. I “puntoni di fuoco” e altre curiosità | 149 |
| 3.C. La pietra di Bologna. Un fenomeno incomprensibile e la crisi del sistema cartesiano | 150 |
| 3.D. Il rossore dei metalli | 153 |
| 3.E. Il galleggiamento dei metalli nell'acquaforte | 156 |
| 3.F. La pietra che si muove nell'aceto e altre curiosità | 156 |
| 3.G. Contro la tradizione e contro l'alchimia | 159 |
| 3.H. Le pietre che si trasformano in legno, i fossili, le “pietre miracolose” | 162 |
| § 4. <i>Il sale</i> | 164 |
| § 5. <i>I risultati dei Principia</i> | 170 |
| 5.A. La generazione dei metalli | 171 |
| 5.B. Il mercurio | 175 |
| 5.C. I principi dei Chimici. I succhi acidi e acri | 178 |

| | |
|---|-----|
| 5.D. Le produzioni di materiali | 178 |
| <i>§ 6. Il magnete</i> | 180 |
| 6.A. Gli studi della corrispondenza | 183 |
| 6.B. La spiegazione dei <i>Principia</i> : il magnete nell'ordine della filosofia | 195 |
| B. Le piante | 209 |
| <i>§ 1. Lo studio dei vegetali. Cataloghi, esperienze e scienza</i> | 209 |
| 1.A. I cataloghi di piante e fisiologia cartesiana | 210 |
| 1.B. Lo studio dei vegetali | 212 |
| 1.C. La <i>Mimosa Pudica</i> . Tra curiosità, superstizione e ordine del metodo | 225 |
| <i>§ 2. Giardini. Filosofia, estetica e metaforica</i> | 230 |
| 2.A. <i>Mon jardin</i> . Tra studio e riposo | 230 |
| 2.B. Le metafore vegetali | 233 |
| C. Animali e Uomo | 241 |
| <i>§ 1. Modello di spiegazione</i> | 244 |
| 1.A. Macchine e automi | 244 |
| 1.B. L'animale-macchina | 254 |
| <i>§ 2. Una sistemazione tecnica: aneddoti e storie</i> | 266 |
| <i>§ 3. L'esame delle funzioni</i> | 275 |
| 3.A. La circolazione del sangue | 277 |
| 3.B. La nutrizione e le altre funzioni organiche | 295 |
| 3.C. La generazione dei corpi animali | 298 |
| 3.D. Neurofisiologia cartesiana: azioni, sensazioni, memoria e passioni | 311 |

| | |
|----------------------|-----|
| Conclusione | 343 |
| Ringraziamenti | 351 |
| Bibliografia | 355 |

Introduzione

“La ragione deve accostarsi alla natura, tenendo in una mano i suoi principi – seguendo i quali soltanto è possibile che dei fenomeni concordanti valgano come delle leggi –, e nell'altra mano l'esperimento che essa ha escogitato seguendo quei principi.”

“Ciò che infatti ci spinge a oltrepassare di necessità il confine dell'esperienza e di tutto ciò che ci appare è l'incondizionato, quello che, rispetto ad ogni condizionato, la ragione esige necessariamente [...] per poter concludere la serie delle condizioni. [...] Nel caso invece ammettessimo che non è la nostra rappresentazione delle cose – quali ci vengono date – a regolarsi su di esse come cose in se stesse, ma che al contrario sono questi oggetti, così come essi ci appaiono, a regolarsi sul nostro modo di rappresentarli, troveremmo che la contraddizione viene a cadere.”

(I. Kant, *Critica della ragion pura*, Prefazione alla seconda edizione BXIII, p. 31; BXX, p. 39.)

Di fronte all'esigenza di conoscere la natura, con cui si intende l'insieme di tutto ciò che esiste come determinato secondo leggi, la *storia naturale* è il tentativo di raccoglierne le diversità e di bloccarle all'interno di un sistema teoretico. Il vario, il diverso, il diseguale della natura ne rappresentano l'abbondanza e la vitalità che la storia naturale raccoglie osserva e descrive, ricongiungendole in un sistema unitario.

Il suo compito è immane: stabilire una connessione tra oggetti diversi e in continuo mutamento e limitare le varietà entro un sistema fisso; lo studio che ha richiesto si è sempre fondato sulla raccolta come strumento di catalogazione delle varietà sconfinata e sull'esperienza come via della conoscenza.

Di fronte alle esperienze dalla natura che la cultura aveva ricondotto alle raccolte

naturali, Descartes si presenta come un altro tipo di scienziato. Egli non usa mai il termine storia naturale, in quanto distingue la storia dalla scienza, riducendo la prima al racconto storico e alla descrizione: sono storie di dati, semmai. La scienza, invece, è la conoscenza evidente dell'intelletto e sfugge ad altre autorità. Di fatto lo studio della natura non si compone più sull'esempio delle storie naturali, ma sotto la legalità del metodo. Descartes rifiuta la cultura della curiosità e della collezione che avevano costruito lo statuto della storia naturale.

Essa nasce con Plinio il vecchio, epitomatore di Aristotele, il quale aveva sottoposto le diversità naturalistiche alla conoscenza dell'individuale¹, cioè alla conoscenza pratica, all'esperienza e all'osservazione: raccolte e esperienze tecniche ne costituiscono l'ossatura. La *Naturalis historia* pliniana raccoglie ogni tipo di varietà, di storia e di suggestione e, lungi dal ricomporle in un lavoro biologico, le commisura all'uomo e alla sua psicologia². In questo caso si tratta di descrizioni naturalistiche, intese sotto il tipo della narrazione.

Sulla scia dell'immenso lavoro pliniano, le raccolte continuano nel Medio Evo³ come

-
- 1 Cfr. Aristotele, *Metafisica*, 981 a, 15, a cura di M. Zanatta, BUR, Milano, 2009, I, p. 279: «il motivo è che l'esperienza è conoscenza delle cose individuali [...] e tutte le azioni e le generazioni gravitano nell'ambito dell'individuale». Per una connessione tra la tassonomia aristotelica e la sua metafisica, si vedano G.E.R. Lloyd, *Aristotle's zoology and his metaphysics. The status quaestionis. A critical review of some recent theories*, e P. Pellegrin, *Taxonomie, moriologie, division: réponses à G.E.R. Lloyd*, entrambi in *Biologie, Logique et Métaphysique chez Aristote*, ed. by D. Devereux et P. Pellegrin, Acte du Séminaire, Oldéron 28 juin-3 juillet 1987, CNRS, Paris 1990, rispettivamente, pp. 7-35 e pp. 37-47. Si veda anche M. Vegetti, *Il coltello e lo stilo. Animali, schiavi, barbari e donne alle origini della razionalità scientifica*, Milano, Il Saggiatore, 1979. J. Lennox, *Aristotle's Philosophy of Biology. Studies in the Origins of Life Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
 - 2 È una natura antropomorfa: l'uomo è fine ultimo di essa. Le cose sono misurate nella loro diversità esteriore, in una scala dell'essere in cui, ultimo riferimento, è l'uomo. La natura, inoltre, è concepita attraverso le caratteristiche psicologiche: essa è matrigna, inesplicabile e misteriosa. Si veda M. Beagon, *Roman Nature. The Thought of Pliny the Elder*, Oxford, Clarendon Press, 1992. S. Citroni Marchetti, *La scienza della natura per un intellettuale romano. Studi su Plinio il Vecchio*, Pisa-Roma, Serra, 2011. R. French, *Ancient Natural History. Histories of nature*, Routledge, London and New York, 1994, pp. 196-255. Per uno sguardo sul Medioevo, si consulti J. Baltrusaitis, *Le moyen âge fantastique. Antiquités et exotismes dans l'art gothique*, Paris, Focillon, 1955.
 - 3 Il Medio Evo attribuisce, per lo più, un significato religioso escatologico agli oggetti raccolti. Nei conventi e nelle chiese si possono trovare uova di struzzo appese al soffitto come ammonimento per il peccatore e suggerimento di conversione, meraviglie e mostruosità connesse arbitrariamente a un

accumulo di varietà, e nel Rinascimento⁴, secondo modalità diverse: benché l'uomo abbia sempre osservato la natura, non l'ha guardata con gli stessi occhi⁵. Si intrecciano fili diversi nello studio della natura: da un lato il collezionismo, di cui Ulisse Aldrovandi è il campione, da un altro lato alcune connessioni al sapere occulto e magico⁶, infine nuove riflessioni sulla scienza. Collezionismo e curiosità sono motori della ricerca: dal gusto amatoriale dell'accumulazione⁷, volto a rendere domestica una natura inquietante, si sviluppa «un'arena importante in cui le nuove definizioni della conoscenza fioriscono dalla maggiore enfasi sull'esperienza»⁸. Frontiere tra l'invisibile e il visibile, infatti, le

significato moraleggiante. Si veda A. Lugli, *Naturalia et Mirabilia. Il collezionismo enciclopedico nelle Wunderkammern d'Europa*, Mazzotta, Milano, 1983.

Ma anche i primi erbari e serragli, spazi di conoscenza farmacologica e anatomica. Si veda M. Heilmeyer, *Ancient herbs*, Lincoln, London 2007. E. Baratay, E. Hardouin-Fugier, *Zoos. Histoire des jardins zoologiques en Occident (XVI^e-XX^e siècle)*, Paris, La découverte, 1998.

- 4 Ulisse Aldrovandi è l'esempio dello sviluppo della storia naturale rinascimentale, il cui accumulo risponde all'esigenza di catturare ogni dettaglio per ricostruire la natura. Tuttavia, dietro le diversità si nascondono accessi molteplici alla natura e l'assenza di un criterio di misura e unità. Si veda *Natura Picta. Ulisse Aldrovandi*, a cura di A. Alessandrini, A. Ceregato, Bologna, Compositori, 2007. E. Baldini, *Prodigi, simulacri e mostri nell'eredità botanica di Ulisse Aldrovandi*, in *Natura-Cultura. L'interpretazione del mondo fisico nei testi e nelle immagini*, Atti del Convegno Internazionale di Studi, Mantova, 5-8 settembre 1996, a cura di F. Olmi, L. Tongiorgi Tomasi, A. Zanca, Firenze, Olschki, 2000, pp. 215-243. S. Tugnoli Pattaro, *La formazione scientifica e il Discorso naturale di Ulisse Aldrovandi*, Trento, Unicoop, 1977; S. Tugnoli Pattaro, *Metodo e sistema delle scienze nel pensiero di Ulisse Aldrovandi*, Bologna, Clueb, 1981; e per uno sguardo d'insieme, si veda P. Findlen, *Possessing Nature. Museum, Collecting, and Scientific Culture in Early Modern Italy*, Berkeley Los Angeles London, University of California Press, 1994. W.B. Ashworth Jr., *Emblematic natural history of the Renaissance*, in *Cultures of natural history*, ed. by N. Jardine, J.A. Secord, E.C. Spary, Cambridge, Cambridge University Press, 1996, pp. 17-37. A. Koyré, *Du monde de l'«à peu près» à l'univers de la précision*, in *Critique*, vol. 28, 1948, oggi anche in A. Koyré, *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Paris, Gallimard, 1961, pp. 341-362.
- 5 Cfr. G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin, 1938, pp. 15-16.
- 6 Cfr. E. Cassirer, *Individuum und Kosmos in der Philosophie der Renaissance*, Leipzig, Teubener, 1927; trad. it. Id., *Individuo e cosmo nella filosofia del Rinascimento*, Firenze, La nuova Italia, 1974, p. 163: penetrare i segreti della natura è «legato alla concezione magico-astrologica della causalità».
- 7 Cfr. A. Schnapper, *Le géant, la licorne, la tulipe. Collections et collectionneurs dans la France du XVII^e siècle. I. Histoire et histoire naturelle*, Paris, Flammarion, 1988, p. 10. Collegandosi sia a C. Ginzburg che a K. Pomian, l'autore mostra come si tratti di «un moment où la science se préoccupe encore, non pas des séries et des lois naturelles, mais bien davantage de l'accidentel, les curieux ne pouvaient mieux saisir l'infinie richesse de la Création que dans les produits les plus bizarres, dans ceux aussi où se manifeste l'unité du monde».
- 8 P. Findlen, *Natural History*, in *The Cambridge History of Science*, 3. *Early Modern Science*, ed. by K. Park, L. Daston, 2000, pp. 435-468: p. 435. Conrad Gesner, in particolare, afferma che «la

collezioni naturalistiche si costituiscono come direzione privilegiata della storia culturale poiché evidenziano il desiderio di «rendere intelligibile la natura, di mettere in evidenza l'operazione di principi universali e semplici»⁹.

Le collezioni giungono alla modernità come teatri del mondo, gabinetti di ricerca, studioli in cui si accumulano varietà scientifiche, esperienze, raccolte, tavole, «ancore di salvezza contro la disgregazione»¹⁰, specchi della cultura, macchine di rappresentazione e infine strumenti di studio, tramite cui le diversità del mondo sono raggruppate sotto un medesimo sforzo unitario di significazione. A fondamento delle storie naturali vi è la curiosità¹¹ e un'attenzione bulimica a tutto. Francis Bacon è uno dei primi a sanzionare una moderna teoria logica del collezionismo e dell'esperienza¹²: attraverso la costruzione di tavole, infatti, si può raccogliere la storia naturale che l'induzione permetterà di sfruttare per trasformare e dominare la natura. La storia naturale ne è al servizio, ma è ancora una mera raccolta di descrizioni. L'«esperienza vaga [...] che segue solo se stessa [...] mero procedere a tentoni [...] confonde gli uomini»¹³, mentre l'esperienza ordinata nella nuova logica induttiva, trasformando la storia naturale¹⁴,

ragione e l'esperienza sono i due pilastri del lavoro scientifico [...]. La scienza nasce dalla collaborazione dei due» (C. Gesner, *Historiae Animalium*, Zurich, 1551-1558, 5 voll.; citato in L. Braun, *Conrad Gessner*, Genève, Slatkine, 1990, p. 15).

- 9 K. Pomian, *Collectionneurs, amateurs, et curieux. Paris, Venise: XVI^e-XVIII^e siècle*, Paris, Gallimard, 1987, p. 266.
- 10 G. Olmi, *L'inventario del mondo. Catalogazione della natura e luoghi del sapere nella prima età moderna*, Bologna, il Mulino, 1992, p. 10.
- 11 Cfr. K. Whitaker, *The culture of curiosity*, in *Cultures of natural history*, cit., pp. 75-90: p. 76, «curiosity, on the other hand, involved wonder and admiration at whatever was rare or outstanding, whether in size, shape, skill of workmanship, or in any other respect».
- 12 Cfr. P. Findlen, *Disciplining the Discipline: Francis Bacon and the Reform of Natural History*, in *History and the Disciplines in Early Modern Europe*, ed. by D. Kelley, Rochester, University of Rochester Press, 1997, pp. 239-260.
- 13 F. Bacon, *Novum organum*, I, 100, in *OFB*, vol. XI, ed. by G. Rees, M. Wakely, Oxford, Clarendon Press, 2004, p. 158 [trad. it. *Nuovo organo*, a cura di M. Marchetto, Milano, Bompiani, 2002, p. 191]. Inoltre, «L'ordine vero dell'esperienza – scriveva Bacon –, per prima cosa, accende il lume, poi con quel lume rischiarla la strada, cominciando da un'esperienza ordinata, organizzata e per niente confusa o ingannevole; ne deriva poi gli assiomi e dagli assiomi così stabiliti ancora nuovi esperimenti» (F. Bacon, *Novum organum*, I, 82, cit., p. 130 [p. 155]).
- 14 Cfr. M. Fattori, «Phantasia» nella classificazione baconiana delle scienze, in *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, seminario internazionale, Roma, 11-13 marzo 1984, a cura di M. Fattori, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1984, pp. 117-137: p. 122, «la funzione della memoria è

permette una vera conoscenza della natura; la storia naturale svolge un ruolo importante¹⁵, ma deve essere disciplinata:

in primo luogo si deve preparare una storia naturale e sperimentale sufficiente e buona, perché è il fondamento di tutto; non si deve infatti immaginare o escogitare ciò che la natura fa o produce, ma lo si deve scoprire. Ma la storia naturale e sperimentale è tanto varia e frazionata da confondere e dividere anche l'intelletto, a meno che non venga costruita e disposta secondo un ordine adeguato. Per questo si devono predisporre delle tavole e delle coordinazioni delle istanze, secondo un metodo e una disposizione tali che l'intelletto possa agire su di esse.¹⁶

Descartes rifiuta questo tipo di scienza, questi concetti, questi luoghi: non si può immaginarlo frequentatore di studi, di gabinetti, studioso curioso, costruttore di tavole e di collezioni, quando non addirittura ricercatore di cose antiche. Non si dà alcuna storia naturale in Descartes, ma una scienza che le si contrappone: lo studio della natura non si fonda più sui lavori di descrizione come unica forma di esperienza, non sulla storia, bensì sull'evidenza intellettuale. La conoscenza della natura è un'analisi della sua struttura.

dunque quella di recensire e di classificare: le *historiae* sono omologhe alle *tabulae* nel processo dell'*induction vera*, anzi dell'*experientia* classificata». Si veda anche L. Daston, K. Park, *Wonders and the Order of Nature 1150-1750*, cit., p. 221, «in his [of Bacon] insistence that such a reformed natural history of particulars must precede and correct natural philosophical generalizations, in his conviction that the causes of natural things were “secret”, and in his prediction that a close study of wonders of nature would promote the invention of the wonders of artes, Bacon was the most ambitious of the preternatural philosophers».

15 Cfr. *Novum organum*, II, 27, p. 294, [p. 353]: «l'operosità degli uomini è stata mossa da una grande curiosità nel notare la varietà delle cose [...]. Cose di questo genere procurano certamente diletto e servono talvolta anche alla pratica; ma poco o nulla a penetrare nella natura. Per questo si deve rivolgere tutta la nostra opera a ricercare e a rilevare le somiglianze e le analogie [...] esse sono ciò che unisce la natura, e cominciano a costituire le scienze». Cfr. M.G. Moretti, *Scienza ed epistemologia in Francesco Bacone. Dal Novum organum alla New Atlantis*, Roma, Edizioni Studium, 2004, p. 92: «nei propositi di Bacone, la “storia naturale [...] doveva contribuire a gettar luce e a favorire la scoperta delle cause dei fenomeni naturali [...]. Si tratta [...] di una descrizione chiara e minuziosa di esperimenti osservati e testimoniati, condotti con rigore pari alla sottigliezza della natura e con solerte equilibrio fra i riferimenti all'esperienza (i sensi) e al lavoro della mente».

16 F. Bacon, *Novum organum*, II, 10, p. 214 [p. 261].

È noto il suo rifiuto delle conoscenze storiche¹⁷, del sentito dire e dell'accumulo di esperienze come criteri scientifici, assieme al suo rifiuto della curiosità¹⁸, la quale può essere un buono stimolo per interessarsi di qualcosa, ma che non è l'inizio della scienza: come scrive Hans Blumenberg, la curiosità è «un soffermarsi superficialmente sugli oggetti, sulla facciata dei fenomeni, un dissolversi nell'ampiezza dell'arbitrarietà tematica, la minimizzazione dell'esigenza di sapere che si accontenta di verità rinunciando *alla Verità*»¹⁹.

La scienza cartesiana è tutt'altro. Il rilievo dell'opera scientifica cartesiana e l'aspetto operativo del suo metodo, che ha solo recentemente acquisito un posto di spicco nella storiografia, si contrappone totalmente alla “scienza” della propria epoca²⁰. Laddove il nascente meccanicismo si mescola alla curiosità, all'erudizione, alla meraviglia e al gusto della ricercatezza la scienza meccanica cartesiana è matematica e libera dagli orpelli del collezionismo, è dimensione intellettuale e ricostruzione meccanica, mai dimensione storica o curiosa. Se in Descartes è presente il tentativo di ridurre il vario, il distinto, il diseguale della natura ad un ordine, questo è metodico e stabilito dalle operazioni intellettuali.

17 Cfr. R. Descartes, *Regulæ ad directionem ingenii*, in *Œuvres de Descartes*, pubblicate da C. Adam et P. Tannery, Paris, 1982-1996; è questa l'opera di riferimento, indicata con un'abbreviazione [AT], seguita dal numero del volume in cifre romane [X] e da quello della pagina in cifre arabe [367].

18 Cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, AT X, p. 371. Anche la corrispondenza indica un rifiuto della curiosità libera e disordinata, a cui si contrappone una curiosità come cura intellettuale.

19 H. Blumenberg, *Die Legitimität der Neuzeit*, Frankfurt/Main, Suhrkamp, 1974; trad. it. Id., *La legittimità dell'età moderna*, Genova, Marietti, 1992, pp. 357-358.

20 Per i rapporti di Descartes con la cultura del tempo ricordiamo fra gli altri: G. Belgioioso, G. Cimino, P. Costabel, G. Papuli, (a cura di), *Descartes, il Metodo e i Saggi*, Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione del *Discours de la Methode e degli Essais*, Roma, Treccani, 1990; S. Voss, *Essays on the Philosophy and Science of R. Descartes*, Oxford, Oxford University Press, 1993. *La Biografia intellettuale di Descartes attraverso la Correspondance*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1998. Th. Verbeek, *Descartes and the Dutch. Early Reaction to cartesian Philosophy 1637-1650*, Carbondale, Southern Illinois Press, 1992. C. L. Thijssen Schoutte, *Nederland Cartesianisme*, Amsterdam, 1954. M. Fumaroli, *Ego scriptor: Rhétorique et philosophie dans le Discours de la Methode*, in H. Mechoulan (textes établis par), *Problematic et reception du Discours de la Methode et des Essais*, Paris, Vrin, 1988. J. R. Armogathe, *Vers un autre Descartes: Etat présent des recherches sur la formation et la reception de la pensée cartésienne*, in A. Robert, *Actes du 8° Colloque de Marseille, Centre méridional des Rencontres sur le XVII siècle*, 1979, pp. 189-198.

Se l'esigenza conoscitiva è simile, Descartes sfugge alle caratteristiche della curiosità secentesca che Ettore Lojacono ha ricostruito nel suo articolo *Descartes curioso*²¹; si tratta, infatti, di una curiosità che è attenzione antiquaria, raffinato diletterantismo, collezionismo specifico, comune partecipazione alla scienza che popola le prime *Académies*, fino a divenire vera e propria mania²². Una forma di conoscenza che è distante da quella fondata da Descartes: è grandissima la differenza tra Peiresc²³, le cui attività hanno segnato la cultura del tempo, e il filosofo del metodo. Il metodo cartesiano è una ricerca intellettuale di ordine e misura delle cose attraverso l'evidenza dell'idea chiara e distinta, mentre la bulimica curiosità di Peiresc istituisce una teoria dell'osservazione che dà rilievo scientifico alla comparazione e all'accumulo di oggetti e rarità.

Le *Regulæ ad directionem ingenii* e il *Discours de la Méthode* espongono con chiarezza un metodo analitico in cui la scienza è “*ajusté au niveau de la raison*” e totalmente contrapposta alle caratteristiche culturali del proprio tempo, dal collezionismo, all'erudizione, alla scolastica, fino al libertinismo. Si tratta di una scienza fondata e unificata dalle operazioni intellettuali: l'evidenza dell'idea chiara e distinta è

21 Cfr. E. Lojacono, *Descartes curioso. Qualche considerazione sulla Correspondance di Descartes: per una migliore comprensione degli Essais e per un'altra immagine dell'autore*, in *Descartes: il Discorso sul metodo e i Saggi*, Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione del *Discours de la Méthode* e degli *Essais*, 1637-1987, Lecce 21-24 ottobre 1987, a cura di G. Belgioioso, G. Cimino, P. Costabel, G. Papuli, Roma, Treccani, 1990, pp. 77-104.

22 Cfr. N.-C. F. de Peiresc aux frères Dupuy, 27 septembre 1627, in *Lettre de Peiresc*, éd. Par Ph. Tamizay de Larroque, Paris, Picard, 1888-1889, 7 voll., vol. I, p. 183: «ma maladie de curiosité est si mal satiable [...] je n'eusse pas plus grande maladie que celle là, je serais bien fier et crois que vous ne m'en voudriez pas mal pour cela».

23 Si vedano P.N. Miller, *An Antiquary between Philology and History. Peiresc and the Samaritans*, in *History and the Disciplines. The Reclassification of Knowledge in Early Modern Europe*, ed. by D.R. Kelley, pp. 163-184. P.N. Miller, *Peiresc's Europe. Learning and Virtue in the Seventeenth Century*, New Haven-London, Yale University Press, 2000. A. Momigliano, *The Classical Foundation of Modern Historiography*, Berkeley-Los Angeles, University of California Press, 1990. E anche F. Charles-Daubert, *Libertinage et érudition. Peiresc relais de l'Europe savante*, in *Peiresc ou la passion de connaître*, textes réunis par A. Reinbold, Paris, Vrin, 1990, pp. 41-59: pp. 43-44, «la curiosité de Peiresc est universelle, tout l'intéresse [...] elle en dépasse aussi largement les bornes, pour inclure bien d'autres formes de la connaissance, et satisfaire à une définition plus large qui englobe toutes les “recherches savantes curieuses”. [...] Son érudition est celle d'un collectionneur qui engrange et accumule sans pourtant produire les synthèses qui constituent un savoir».

termine di misura della conoscenza.

La natura non viene concepita come insieme di varietà da accumulare, ma come uno spazio misurato dalla ragione, in cui la scienza non evidenzia solo le diverse condizioni naturalistiche, non si occupa solo di accumulare le varietà disgiunte della natura, ma sotto la legalità del metodo (le leggi naturali che Descartes definisce) individua il criterio di variazione, cioè quel criterio mediante cui la pluralità delle cose è ricondotta ad unità di equivalenza concettuale.

La natura è il meccanismo delle sue leggi: un congegno meccanico in cui si ritrova un'unità invisibile. In tal senso, dunque, la storia naturale è legalizzata dal metodo. Essa non consiste più nell'accumulo in quanto tale e nell'esame delle diversità assunte per se stesse, ma nell'analisi delle varietà ridotte a condizioni unitarie e commisurate ad un criterio individuale²⁴. La natura non si compone di varietà isolate, di singolarità gerarchizzate, di qualità specifiche come per la tradizione aristotelica, la natura cartesiana non è plurale o animata, ma si compone di una variazione dell'unica materia attraverso l'azione delle leggi di natura²⁵. Le qualità sono ridotte all'estensione, al movimento, alla figura e alla disposizione delle piccole parti che compongono tutta la materia.

Tuttavia, massicciamente presente nella corrispondenza, il tema dell'“esperienza” (le raccolte, le osservazioni, le storie, le esperienze e gli esperimenti) emerge come fondamentale nell'elaborazione della scienza: il lessico dell'esperienza è lessico scientifico in Descartes. Nella corrispondenza, infatti, affiora la consuetudine del lavoro scientifico come lavoro sperimentale, da un lato attraverso le richieste che Mersenne gli sottopone, dall'altro mediante il dialogo con gli uomini di scienza nederlandesi (Henricus Reneri, Corneliis van Hogelande, Constantijn Huygens, ecc.). Nelle opere si snoda una riflessione teorica sull'esperienza come spazio della ricerca scientifica mediante cui ordinare la conoscenza del reale: l'induzione, la disposizione in serie,

24 Fondamentale è lo studio di G. Rodis-Lewis, *L'individualité selon Descartes*, Paris, Vrin, 1950, in cui l'autrice mostra come la differenza dei corpi (e anche dei corpi viventi) è ricondotta sempre ad un'unità concettuale meccanica.

25 Si veda G. Stabile, *L'idea di natura nella scienza del seicento*, in *Natura*, a cura di D. Giovannozzi, M. Veneziani, Lessico intellettuale europeo, Firenze, Olschki, 2008.

l'enumerazione, le ipotesi, le supposizioni, infatti, sono pratica metodica dell'operare razionale. Di fronte alle varietà e alle complessità naturali, infatti, la scienza non si limita ad una costruzione intuitiva e deduttiva, ma necessita di esperienze con cui ordinare la verità, aiutare la deduzione e guidare le ipotesi. Lo statuto dell'esperienza è rilevante e il suo rapporto col metodo decisivo, per definirne l'operatività scientifica in ogni ambito.

Lo studio di questa tesi consiste nell'analisi e nella ricostruzione dell'esame della natura nell'opera e nella corrispondenza di Descartes. Centro della tesi è lo studio di ambiti complessi della natura al fine di mettere alla prova l'operatività del metodo là dove sono necessarie esperienze, osservazioni e raccolte, cioè in quei casi che componevano i gabinetti di storie naturali. Lo studio dei minerali e delle pietre, delle piante, degli animali e dell'uomo²⁶, in cui si presentano varietà, rarità, meraviglie, il diverso, il diseguale e il disperso, è un terreno di sfida della *Mathesis universalis* e del suo ordine legale. La storia naturale, pertanto, è termine di paragone per misurare la scienza di Descartes, i suoi successi e i suoi limiti.

Se è lo stesso Descartes a porre al proprio metodo questo obiettivo universale, egli stesso testimonia di non essere riuscito a darvi un compimento. Compito del mio lavoro sarà quello di ricostruire quegli studi compiuti e le parti incompiute che emergono dalla corrispondenza e dalle opere, al fine di ritrovare nei diversi ambiti della scienza cartesiana il filo rosso del metodo che ordina e unifica le diversità e le complessità naturali.

Nella tesi si esaminano i nodi metodologici e i passaggi scientifici, cercando un collegamento tra il Descartes filosofo e il Descartes scienziato. La sua biografia intellettuale ne mostra le connessioni e le distanze, le difficoltà e i buoni risultati in un itinerario complesso. Se l'obiettivo di Descartes consiste nella costruzione di una

26 Ho escluso da questo studio l'esame di altri ambiti della storia naturale quali gli esperimenti, le macchine, i libri, oggetti di una collezione diffusa abbondantemente all'epoca, non perché non siano presenti tra gli interessi cartesiani – ritengo, infatti, che sotto l'alternativa curiosità-ordine metodico, si possa ricostruire l'impegno cartesiano su tutti gli ambiti di esercizio intellettuale – bensì per porre un limite a questo lavoro e sottolineare il confronto con l'enciclopedia aristotelica.

scienza unitaria sotto la forza del metodo, le sue opere presentano la sistematizzazione nell'ordine delle esperienze descritte nella corrispondenza. Alcune sfere della scienza, benché soggette alla medesima esigenza di unità fondata dal metodo, presentano una disomogeneità che Descartes non presenta nei lavori pubblicati. Che si tratti di un fallimento metodico? È oggetto di questo lavoro indagare se questa unità possa valere in ogni ambito della scienza e se possa coesistere col progresso scientifico che si presenta, cioè se il metodo possa convivere con la pratica di esperienze nuove e con quelle conoscenze più complesse cui l'unitarietà e la semplicità del modello meccanico sembra sfuggire.

Nella prima parte ripercorro le immagini e le caratteristiche con cui Descartes descrive quest'esigenza di unitarietà nella sua scienza, che si sviluppa in diversi immagini filosofiche. Dietro l'esigenza di unità si celano i percorsi che hanno attraversato tutte le opere cartesiane, a cominciare dai sogni del 1619, in cui il dizionario e il *Corpus poetarum* sono immagini di un'unità coerente stabilita per scienze diverse da una *scienza nuova* non ancora completamente definita. Le *Regulae ad directionem ingenii* fondano l'unità della scienza sulla *Mathesis universalis*, cioè su un metodo che ripete le operazioni congenite nell'unitarietà del nostro intelletto. Il *Discours de la Méthode*, progetto di una scienza universale, ripercorre le linee di questa scoperta, mostrando l'applicabilità pratica del metodo in alcuni *Essais*. La bontà del metodo si commisura sui risultati ottenuti e garantisce la possibilità del progresso a patto che sia possibile compiere tutte le esperienze necessarie. Infine, nella *Lettre-Préface* alla traduzione francese dei *Principia philosophiae* (1647). In essa il filosofo descrive tutta la sua filosofia come un albero – e un albero *vivant* – che si sviluppa dalle radici della metafisica, passando per il tronco della fisica fino ai rami delle scienze particolari, la cui linfa vitale è il metodo. Le scienze, dunque, sono diverse tra loro tanto quanto le parti dell'albero, ma sono tenute insieme in un'organicità metodica. Descartes descrive un lavoro compiuto con la sicurezza dell'unità metodica, ma testimonia anche un'assenza importante: alcuni rami sono incompleti.

Nella seconda parte si prende in esame la funzionalità del metodo nella sua relazione

con l'esperienza. Il rapporto tra esperienza e metodo è studiato nelle *Regulæ*, nel *Discours*, negli *Essais* e nella *Correspondance*. Mersenne lo sottopone spesso senza tregua ad esperienze quotidiane, come se il metodo cartesiano di cui non conosce completamente gli snodi teorici fosse semplicemente un'arte per risolvere difficoltà singolari; ma nelle risposte al Minimo si vede come questa esperienza sia trasformata da Descartes in esperimenti metodici e come sia inserita nelle lunghe catene di ragionamenti, cioè in quell'ordine che caratterizzava la *Mathesis* delle *Regulæ*. Le esperienze sono ricostruite dalla ragione attraverso le disposizioni in serie, le enumerazioni, l'induzione, cioè mediante quelle operazioni metodiche per cui le varietà e le diversità sono riunite e collegate tra di loro in variazioni di grado. La ragione riduce le varietà che incontra a variazioni intellettuali; nei casi più complessi è l'esperienza declinata attraverso quelle operazioni a completare la scienza e a permettere nuove conoscenze. Gli esempi di esperienze ridotte all'ordine della ragione sono molteplici.

L'ordine del metodo, infatti, è preciso anche nel caso della pratica sperimentale: le esperienze sono utili solo «se si conosce la verità delle cose prima di farle»²⁷, come scrive a Mersenne nel 1630, cioè se vi è una ragione evidente di fondo, e se non si mescolano casualmente «ragioni o ipotesi»²⁸. La ricostruzione dell'applicazione delle esperienze alla scienza, oggetto di riflessione anche per i propri contemporanei, è compiuta da Descartes sotto la guida della ragione che trasforma le esperienze in esperimenti. Per questo motivo l'unità metodica accoglie i nuovi esperimenti all'interno della propria teoria, e il progresso scientifico non si dà sulla variazione dei fondamenti, bensì sull'aggiunta di esperienze.

La terza parte, infine, studia tre ambiti naturalistici, in cui la pratica metodica ricostruisce la diversità della natura in un sistema unitario di filosofia naturale, *Les Météores* ne sono un esempio. Questa parte si divide, a sua volta, in tre sfere: (A.) i minerali e i metalli, (B.) le piante, (C.) gli animali e l'uomo. L'unità fisica, cioè il meccanicismo unitario e l'ordine intellettuale che la scienza vi impone, totalmente contrapposta alla filosofia naturale aristotelica, è indagata nella pratica scientifica, in

27 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 23 dicembre 1630), AT I, p. 196.

28 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 10 maggio 1632), AT I, 251.

una universalità che va dalla semplicità dell'esame delle pietre, in cui generazione e funzionamento coincidono, alla complessità dell'uomo, in cui al modello meccanico del corpo-macchina si aggiunge il pensiero, in cui generazione e funzionamento sono disgiunte.

La parte (A.) verte sugli studi delle proprietà di minerali e metalli. Descartes da un lato nega i miracoli, gli arcani e le istanze spiritualistiche attribuite alle pietre. Dall'altro compie studi sulla formazione delle pietre per mezzo delle piccole parti della Terra, sulle operazioni meccaniche che il fuoco, le acqueforti e i diversi materiali compiono sulle pietre, riducendo quelle varietà minerali alla disposizione, all'estensione e alla figura delle piccole parti. In particolare emergono alcuni studi più complessi, riguardo al magnete e alla pietra di Bologna, oggetti che mettono in scacco la fisica cartesiana nella teoria del pieno e nella teoria della luce.

Nella parte (B.) si prendono in considerazione gli studi sui vegetali, progettati e compiuti in parte, ma mai pubblicati. Sono studi che si confrontano con la catalogazione e la botanica da collezione, rifiutando questi aspetti – sono parole, io cerco cose, scriverà a Mersenne²⁹ – nel tentativo di ricondurre questi studi al meccanismo della natura. Emergono studi di fisiologia vegetale, sia sulla formazione delle piante, sia sulla loro nutrizione e fruttificazione. Inoltre, vi è lo studio di una pianta particolare, la Mimosa pudica, un'erba che reagisce ad uno stimolo sensoriale: oggetto di scandalo per la tripartizione aristotelica delle anime, essa si presenta come problematica anche al meccanicismo moderno.

Nella parte (C.) si esaminano gli studi sugli animali e sull'uomo, un ambito in cui la sistematica riduzione delle complessità naturali all'unità meccanica è particolarmente difficoltosa. Descartes ricostruisce un modello meccanico a cui disciplinare le funzionalità fisiologiche: se la natura è un grande congegno, infatti, anche gli animali e gli uomini ne fanno parte. Inoltre, si confronta sia con le curiosità che Mersenne gli sottopone, tentando di ricondurre queste meraviglie e varietà al modello meccanico, sia con la costruzione metodica di una fisiologia e una neurofisiologia moderne.

29 Cfr. Descartes a Mersenne (Leida, 11 giugno 1640), AT III, p. 73.

Se il funzionamento del corpo umano viene inserito in un sistema scientifico moderno, ben più complesso è lo studio embriologico, a cui egli si dice interessato nell'idea di poter analizzare tutta la complessità dell'uomo a partire dal seme. Lo studio della circolazione, della digestione e delle altre funzioni fisiologiche è ricostruito in un unico congegno meccanico, a cui si aggiungono le funzioni neurologiche con cui si ordinano i movimenti del corpo, le sensazioni, l'immaginazione e la memoria al modello meccanico senza riabilitare le diverse anime.

La configurazione del metodo cartesiano, capace di adeguarsi ai diversi ambiti, capace di produrre esperimenti e di sviluppare ipotesi specifiche a seconda della complessità del caso, ricomponere una natura unitaria. Oggetto di questa tesi è mostrarne la buona riuscita, ma anche i limiti, i fallimenti e gli *escamotages* applicati ad una scienza che talvolta prova le proprie verità in un certo ambito, talvolta le dimostra, talvolta le spiega. I risultati dei *Principia* sono sotto gli occhi di tutti. Ma le assenze importanti che la *Lettre-Préface* sancisce indicano un fallimento nella fisica cartesiana? O, diversamente, indicano la necessità di abbandonare il metodo delle *Regulæ* operativo e utile negli ambiti più semplici, ma inutile in quelli più complessi?

I. *Mathesis universalis*

§ 1. *Le immagini della scienza: dall'enciclopedia all'albero della filosofia*

La “*scientia perfectissima*”³⁰ di Descartes assume la figura ordinata e unitaria della filosofia nei *Principia philosophiæ* (1644), sistema razionale del mondo e spazio di verità nell'evidenza dell'idea chiara e distinta; nei *Principia* la filosofia è portata a compimento sotto il carattere dell'unità e dell'ordine. In essi, infatti, si racchiudono «a una a una le singole questioni in brevi articoli», unificandole «e ponendole in un ordine tale che la prova di quelle che seguono dipenda solo da quelle che precedono, e tutte siano ricondotte in un solo corpo»³¹. L'unità filosofica, necessaria per ricostruire un ordine nel labirinto dei diversi fenomeni naturali, trova in questa opera un'unità fisica: gli studi disgiunti degli *Essais* e delle *Meditationes* sono uniti.

Le spiegazioni della fisica naturale hanno bisogno dei principi per essere soddisfacenti. Lo scrive lo stesso Descartes a Mersenne nel 1640, accorgendosi in seguito alle letture dei «corsi di Filosofia»³² intraprese per rispondere alle obiezioni dei Gesuiti alle *Meditationes de prima philosophia*, di dover redigere un Corso di filosofia completo da contrapporre a quello della tradizione scolastica³³. Quest'ultima, infatti, è una filosofia «non [...] difficile da confutare a causa delle diversità delle loro opinioni»³⁴, si è costruita sulla giustapposizione di opinioni diverse, «opera composta da più parti e fatta da mani di diversi maestri»³⁵. Mentre l'unità dei *Principia* è assicurata.

30 Cfr. J.-M. Beyssade, *Scientia perfectissima. Analyse et synthèse dans les Principia*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione dell'opera, a cura di J.-R. Armogathe e G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 5-36.

31 R. Descartes, *Epistola al reverendissimo Padre Dinet*, AT VII, p. 577.

32 Descartes a Mersenne (Leida, 30 settembre 1640), AT III, p. 185.

33 Cfr. Descartes a Mersenne (Leida, dicembre 1640), AT III, p. 259-260: «comincio a farne un compendio nel quale includerò tutto il Corso in ordine [...]. Credo di poterlo fare in maniera tale che sarà agevole paragonare l'una all'altra [la sua filosofia a quella scolastica], in modo che chi non ha ancora appreso la Filosofia della Scuola, l'apprenderà molto più facilmente da questo libro che dai propri maestri».

34 Descartes a Mersenne (Leida, 11 novembre 1640), AT III, p. 232.

35 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 11.

La scienza necessita di fondamenti unitari che ne rendano chiare le spiegazioni: «risponderei molto volentieri a quel che mi chiedete sulla fiamma di una candela e su cose simili – scrive Descartes –; ma mi è chiaro che non potrò mai soddisfarvi abbastanza al riguardo finché non avrete visto tutti i principi della mia filosofia»³⁶.

«Ho intenzione – scrive ancora a Mersenne – di scrivere con ordine tutto un corso della mia filosofia in forma di tesi, in cui, senza nessun discorso superfluo darò solamente tutte le mie conclusioni, insieme alle vere ragioni da cui le traggio, ciò che credo di poter fare in pochissime parole»³⁷: con ordine, pertanto, e all'interno di un progetto unitario, mediante cui la scrittura della fisica diventa filosofia, in quanto si ordina a fondamenti unitari. L'ordine e l'unità non riguardano solo le materie, ma si sviluppano dai fondamenti razionali.

All'interno di questo progetto unitario, dunque, si può parlare di una «scienza perfetta», là dove partendo dai principi della metafisica, «dalla conoscenza che abbiamo della sua [di Dio] natura, passiamo alla spiegazione delle cose che egli ha creato, e se tentiamo di dedurla dalle nozioni che sono per natura nelle nostre anime»³⁸, ovvero attraverso l'ordine del metodo e l'evidenza delle idee chiare e distinte. L'unità della scienza è ricostruita a partire dall'unità dell'intelletto.

1.A. I sogni del 1619: l'enciclopedia

Ordine³⁹ e unità sono parole chiave, concetti originari che contraddistinguono la ricerca filosofica di Descartes e stabiliscono un sistema di filosofia opposto a quello aristotelico con cui si confronta in una contrapposizione senza tregua⁴⁰: i titoli delle sue

36 Descartes a Mersenne (Leida, 11 novembre 1640), AT III, pp. 232-233.

37 Ibid., p. 233. Sui *Principia philosophiae* si veda J.-M. Beyssade, *Études sur Descartes. L'histoire d'un esprit*, Paris, Seuil, 2001, pp. 181-244.

38 *Principes de philosophie*, I, § 24, AT IX-2, p. 35.

39 Si veda Equipe Descartes, *Contribution à la sémantèse d'ordre-orde chez Descartes*, in *Ordo*, Atti del Colloquio Internazionale a cura di M. Fattori e M. Bianchi, Roma, 7-9 gennaio 1977, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1979, pp. 279-328. A. Becco, *Remarques sur ordo/ordre dans les Méditations de Descartes*, in *Ordo*, cit., pp. 329-345.

40 Numerosi sono gli studi sulle fonti cartesiane, É. Gilson è tra i pilastri insuperati di questi itinerari (si veda in particolare *De la critique des formes substantielles au doute méthodique*, in *Études sur le rôle de la pensée médiévale dans la formation du système cartésien*, Paris, Vrin, 1984); l'elenco degli

opere richiamano, in qualche modo, quelli di Aristotele, in una evidente definizione dell'obiettivo polemico. Lo Stagirita, infatti, aveva definito un sistema contro cui il filosofo del metodo oppone la costruzione della scienza vera attraverso una *Mathesis* stabile, ordinata e unitaria⁴¹, ovvero attraverso un progetto metodico di ordinamento delle diversità sull'unità stabilita dalle operazioni evidenti dell'intelletto, sull'idea chiara e distinta come misura della conoscenza vera.

Se la ricerca della verità è la missione di una vita⁴², originaria e fondamentale, essa è resa operativa dal metodo e si costituisce attraverso la riduzione dell'universalità delle scienze all'unità e all'ordine dell'intelletto. Quest'esercizio è presente attraverso varie immagini che riempiono le pagine di Descartes⁴³, e che vanno dai sogni di gioventù alle raffigurazioni che la ragione descrive nei propri itinerari filosofici.

Nel 1619 l'entusiasmo giovanile per la scoperta dei «fondamenti della scienza mirabile»⁴⁴ è coronato dai famosi sogni della notte di San Martino, il 10 novembre 1619, interpretati come vere e proprie missioni intellettuali. Soprattutto l'ultimo, indizio

studi è lungo, rimando all'articolo in cui G. Belgioioso ne riporta tutti gli aspetti con ordine e precisione, G. Belgioioso, *L'Aristotele degli Essais*, in *Descartes: il metodo e i saggi*. Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione del *Discours de la Méthode* e degli *Essais*, a cura di G. Belgioioso, G. Cimino, P. Costabel, G. Papuli, Roma, Treccani, 1990, pp. 41-62.

- 41 «La comparaison terme à terme avec Aristote constitue, programmatiquement du moins, une constante de la philosophie cartésienne», scrive Jean-Luc Marion, nella sua *Ontologie grise*, là dove lo studio delle *Regulæ ad directionem ingenii* evidenzia una concezione moderna della conoscenza, in cui il sapere dipende dall'ingegno più che dalle cose che lo suscitano, una «méditation sur l'essence – moderne – de la vérité [...]. Les *Regulæ* [...], en effet] en accomplissent la genèse» (J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise de Descartes. Science cartésienne et savoir aristotélicien dans les Regulæ*, Paris, Vrin, 1981, p. 21; pp. 15-16).
- 42 Si vedano le parole dell'*Olympica*, in cui Baillet racconta di un Descartes spogliato di ogni cosa a cui «restava solo l'amore della verità, la cui ricerca doveva costituire da quel momento in poi l'unico impegno della sua vita. Fu l'unico tormento che fece allora patire la sua anima» (*Olympica*, II, AT X, p. 180).
- 43 Sull'uso della metafora, si veda H. Blumenberg, *Paradigmen zur einer Metaphorologie*, Bonn, Bouvier, 1960; trad. it. ID., *Paradigmi per una metaforologia*, Milano, Raffaello Cortina, 2009.
- 44 *Olympica*, I, AT X, p. 179: «X. Novembris 1619, cum plenus forem Enthusiasmo, et mirabilis scientiæ fundamenta reperirem». Di fatto, Descartes segue il comando che impartitogli da Beeckman e l'impegno di mettere «la sua esistenza al servizio delle sue idee [...]. Egli non ha rinunciato, tuttavia, a prendersi i più diversi svaghi, ma senza cessare di perseguire lo scopo essenziale che rappresentava per lui l'elaborazione della sua dottrina» (C. Serrurier, *Descartes, l'homme et le croyant*, in *Descartes et le cartésianisme hollandais*, éd. par E.J. Dijksterhuis et al., Paris, PUF, 1950, pp. 48-49).

«dell'avvenire, [...] in funzione di ciò che avrebbe dovuto accadergli»⁴⁵, affastella una simbologia molto interessante: nell'immagine del *Dizionario* si rivede l'unità di tutte le scienze, in quella della raccolta di poesie, *Corpus poetarum*, l'unione di filosofia e saggezza che diventa l'obiettivo di una vita e che nell'immagine si unisce al testo della poesia di Ausonio su cui viene aperto il libro, che «cominciava con *Quod vitæ sectabor iter?*»⁴⁶. Nel sogno, accanto all'obiettivo, si indica l'incertezza del giovane riguardo alle strade del proprio futuro. Se il *Discours* ne ricostruirà retrospettivamente le tematiche all'interno dell'autobiografia, le immagini dei sogni ne rappresentano la condizione attuale, indicando nella condizione di incertezza cartesiana quella che è la difficoltà filosofica in cui le scienze versavano, succubi della crisi scettica, del disordine curioso, dell'inefficacia scolastica: l'incertezza si accompagna a figure di decadenza. Il «testo in versi *Est et Non, che è il Sì e il No* di Pitagora» e il dizionario rovinato e non più integro infatti indicano «la verità e la falsità nelle conoscenze umane e le scienze profane»⁴⁷ e la rovina sotto cui giace la verità scientifica, a cui egli si sente invitato a porre rimedio. Attraverso queste immagini di decadimento si indica una vocazione e una direzione sistematica alla scienza: le varietà e i diversi studi, infatti, devono essere raccolti in un'unità coerente che l'immagine dell'enciclopedia mostra.

La missione incerta è connessa ai lavori matematici dell'epoca e alla scoperta dei fondamenti della scienza nuova; sono questi infatti a dare compimento alla ricerca della

45 *Olympica*, I, AT X, p. 185. Sui sogni si veda J.-L. Marion, “La pensée rêve-t-elle?”, in ID., *Questions cartésiennes. Méthode et métaphysique*, Paris, PUF, 1991, pp. 7-36, in cui i contenuti dei sogni sono posti in relazione con gli scritti cartesiani della maturità; in particolare, Marion sottolinea una «acquisition d'une thèse fondamentale de la philosophie [...] qui justifierait l'auto-inspiration. Quelle acquisition? L'autonomie de la pensée (*cogitatio*) envers toute affection de la conscience, hormis l'évidence» (p. 30); «Dans les rêves de 1619 apparaît bien une révélation; mais non pas là où le cadre divinatoire l'attend, dans le contenu onirique et les affections de la conscience; elle ne se situe même pas dans l'auto-interprétation [...]; elle apparaît dans la condition qui le rend possibles – l'indifférence de la pensée à tout ce qui ne se décide pas suivant l'évidence, et, paradoxalement, au premier chef à l'égard de la différence entre la veille et le sommeil» (pp. 31-32). Sui sogni si veda anche il recente lavoro di C. Buccolini, *Quod vitæ sectabor iter? Sogni del '19 e immagini di Descartes da Baillet a Brucker*, in *Immagini filosofiche e interpretazioni storiografiche del cartesianesimo*, a cura di C. Borghero e A. Del Prete, Firenze, Le Lettere, 2011, pp. 105-140.

46 *Olympica*, AT X, p. 184.

47 *Ibid.*, pp. 184-185.

verità, poiché ne ricostruiscono l'unità e l'ordine sotto criteri chiari e distinti. Diversa, quindi, dall'arte di Lullo, vano sapere di memoria e non di giudizio su cui aveva comunicato a Beeckman il 29 aprile di aver incontrato «un erudito» con cui aveva discusso di quell'arte: un sapere universale, ma libresco e iniziatico, «si ferma sulla punta delle labbra piuttosto che nella testa»⁴⁸. Arte senza fondamenti, il cui ordine è puramente retorico, utile a stupire più che a conoscere e spiegare. E diversa dalle arti mnemoniche di cui aveva letto qualcosa⁴⁹ e che l'avevano condotto a ritenere che «facilmente avrei potuto abbracciare con l'immaginazione tutto ciò che ho scoperto; e questo attraverso la riduzione delle cose alle cause, e dato che queste si riducono tutte a una, risulta che non occorre la memoria per le scienze». La vera arte della memoria, infatti, «del tutto contraria a [quella] di quel buono a nulla», consiste nell'intendere [*in rationem significationis*]] le cause unitarie delle cose e nello stabilire un ordine che leghi attraverso queste «immagini»⁵⁰ cose distanti tra loro, scrive.

La possibilità di togliere le maschere alle scienze, infatti, corrisponde nel vedere «bene la catena delle scienze»⁵¹. Esercizio di ordine presente anche nel frammento dello *Studium bonæ mentis* che Baillet riporta, «si tratta di considerazioni sul nostro desiderio di sapere, sulle scienze, sulle disposizioni della mente ad apprendere, sull'ordine che si deve tenere per acquisire la saggezza, cioè la scienza con la virtù, unendo le funzioni della volontà con quelle dell'intelletto»⁵².

Se si tratta di immagini comuni alla cultura del tempo⁵³, l'essenziale, scriveva

48 Descartes a Beeckman (Amsterdam, 29 aprile 1619), AT X, pp. 164-165.

49 Cfr. *Cogitationes privatae*, AT X, p. 230, «leggendo con cura le profittevoli amenità di Lambert Schenkel (*De arte memoriae*)».

50 *Ibid.*

51 *Ibid.*, p. 215.

52 *Studium bonæ mentis*, I, AT X, p. 191.

53 Si vedano P. Rossi, *Clavis universalis. Arti della memoria e logica combinatoria da Lullo a Leibniz*, Bologna, il Mulino, 1983; F. Yates, *The art of memory*, London, Routledge, 1966; F. Yates, *The French academies of the sixteenth century*, London-New York, Routledge, 1988. Ritornano su questo tema E. Garin, *Vita e opere di Cartesio*, Roma, Laterza, 1999⁴. G. Rodis-Lewis, *L'Œuvre de Descartes*, Paris, Vrin, 1971. E. Lojacono, *Introduzione* all'edizione delle *Opere filosofiche di René Descartes*, Torino, Utet, 1994. Si veda, infine, M. Spallanzani, *Dal "Dictionnaire" dei sogni di Descartes al Dictionnaire raisonné di Diderot e d'Alembert*, in *I sogni della conoscenza*, a cura di D. Galligani e M. Tagliani, Firenze, Centro Editoriale Toscano, 2000, pp. 19-52.

Leibniz, è capire che cosa il futuro filosofo avesse inteso per fondamenti della scienza mirabile⁵⁴: l'esigenza di ordine e unità raffigurata attraverso il confronto con le diverse istanze logiche e scientifiche dell'epoca, infatti, acquista un significato metodico.

Lo aveva scritto esplicitamente a Beeckman il 26 marzo, quando afferma di aver scoperto, «con l'aiuto dei miei compassi [...], quattro dimostrazioni notevoli e totalmente nuove»⁵⁵ e che gli avevano dato l'ispirazione intellettuale per presentare non «un'*Arte brevis* lulliana, ma una scienza completamente nuova [*scientiam penitus novam*], con cui si possano risolvere in generale tutti i problemi che possono venire proposti in qualsiasi genere di quantità, tanto continua quanto discreta, ma ciascuno secondo la propria natura»⁵⁶. Opera infinita, aggiungeva, incredibile quanto ambiziosa, mediante cui ridurre le varietà all'ordine e alla misura: «nell'oscuro caos di questa scienza ho scorto però non so quale lume, grazie al quale ritengo si possano dissipare le tenebre più dense»⁵⁷. Erano le dottrine matematiche, all'alba del 1619, ad esplicitare quell'ordine intellettuale capace di portare la luce nelle oscurità, e che nei sogni si apriva alla prospettiva di un'applicazione a tutte le discipline. Tale progetto, tuttavia, negli anni seguenti non si limiterà all'applicazione delle matematiche alla conoscenza, bensì anche a un progetto di fondazione dell'intera epistemologia.

1.B. Dal filo alla catena. *Regulæ, Monde, Discours & Essais*

Le Regulæ ad directionem ingenii

L'esigenza di unità, così declinata attraverso i sogni nell'entusiasmo giovanile, troverà una compiutezza metodologica e scientifica negli studi della maturità. Le *Regulæ ad directionem ingenii*, infatti, pongono in questo senso il tema dell'ordine della conoscenza sotto l'unità della mente. L'elaborazione che esse propongono ha perso l'aleatorietà poetica delle immaginazioni del sonno e ha acquisito la concretezza della

54 Cfr. W.G. Leibniz, *Remarques sur l'abrégé de la Vie de M. des Cartes*, in *Die Philosophischen Schriften*, ed. Gerhardt, reprint Hildesheim, G. Olms, 1960, t. IV, p. 315.

55 Descartes a Beeckman (Breda, 26 marzo 1619), AT X, p. 154.

56 Ibid., pp. 156-157.

57 Ibid., pp. 157-158.

riflessione intellettuale della veglia: è la *Mathesis universalis*⁵⁸, infatti, l'immagine di quest'opera. Elaborazione logica e concreta, «esame di tutte le verità per conoscere le quali la ragione umana sia sufficiente»⁵⁹, essa rappresenta una conoscenza ordinata e unitaria; inoltre, essa contiene «i primi rudimenti della ragione umana, e si estende fino a estrarre la verità da qualunque oggetto»⁶⁰. Le varietà sono contratte dalla *Mathesis* all'unità della mente. Oggetti del metodo, infatti, sono «tutte quelle cose nelle quali si esamina l'ordine come pure la misura», così da ricomporre quella scienza generale «che spiega tutto quello che si può desiderare circa l'ordine e la misura non riferita ad una materia specifica»⁶¹ e che riguarda tutti gli ambiti scientifici.

Spazio di ribellione al consenso della moltitudine, all'autorità degli Antichi, all'importanza dei libri, alla caoticità della curiosità, le *Regulæ* sono un netto rifiuto dell'ontologia classica e del naturalismo rinascimentale. Nel cimento contro il primato dell'essere o della natura Descartes indica l'affermazione dell'intelletto, operatore di evidenza, criterio di ordine e unità della scienza. La *Mathesis* è un filo che permette di districarsi nel labirinto della natura: l'indagine sui fondamenti della scienza ne mette in luce le caratteristiche.

Mentre la tradizione scolastica aveva stabilito il fondamento del giudizio sulla somiglianza delle cose, ovvero sulla priorità del dato sensibile, ed esaltando la diversità delle scienze in base alla diversità degli oggetti, le aveva separate tra di loro e le aveva ridotte ad arti, in una frammentazione definitiva della conoscenza: «confrontando erroneamente le scienze [...] con le arti, che richiedono una certa pratica [...], che riesce più facilmente eccellente esecutore colui che ne esercita una sola [...], hanno creduto lo stesso anche delle scienze, e distinguendole le une dalle altre a seconda della diversità

58 Cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, IV, AT X, p. 376, la *Mathesis* è «la disciplina più facile [...] e più necessaria per istruire e preparare gli ingegni ad impadronirsi delle altre scienze più importanti»; qualificata come *universalis* in quanto «scienza generale che spieghi tutto quello che si può desiderare circa l'ordine e la misura [...], in essa è contenuto tutto ciò per cui le altre scienze sono dette parti della matematica» (p. 378). Si veda anche G. Crapulli, *Mathesis universalis. Genesi di una idea nel XVI secolo*, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1969.

59 *Regulæ ad directionem ingenii*, VIII, AT X, p. 395.

60 *Ibid.*, IV, AT X, p. 374.

61 *Ibid.*, IV, AT X, p. 378.

degli oggetti, hanno ritenuto che dovessero essere indagate ognuna singolarmente presa a prescindere da tutte le altre»⁶²; per Descartes l'unità delle scienze, in quanto «sapere umano, che rimane sempre uno e identico»⁶³, si fonda sull'unità della mente. Esse «consistono interamente nella conoscenza della mente»⁶⁴ e non si diversificano a seconda dell'oggetto, poiché l'esercizio intellettuale mediante cui si conosce è sempre uguale e unitario. L'ordine della ragione ristabilisce l'unità delle scienze: la ricerca scientifica deve essere guidata dall'intelligenza, «perché nulla ci allontana di più dalla via corretta di ricerca della verità, che il rivolgere gli studi non a questo fine generale, ma a qualche fine particolare»⁶⁵. Nell'unità e nell'ordine dell'indagine scientifica si scopre che «tutte le scienze sono tra di loro connesse in modo tale che è molto più facile impararle tutte insieme che isolarne una sola»⁶⁶: è l'unità della mente a stabilire un ordine contro la dispersione dei saperi e la frammentazione delle verità. La molteplicità dei fenomeni è assorbita nell'intelligibilità delle operazioni intellettuali con cui si conosce la verità⁶⁷. L'istanza di unità e ordine, corrispondente a quella «lunga serie di diverse considerazioni»⁶⁸ mediante cui è possibile conoscere ogni fenomeno nella sua complessità e metterne in ordine le caratteristiche, è certamente un percorso più complicato e diverso dalle modalità scientifiche coeve: si tratta di un punto di fondamentale distinzione sia dalla scienza scolastica, sia dal particolarismo di quella scienza nuova così alla moda nei circoli dei dotti europei⁶⁹. La corrispondenza dei primi anni '30 lo mette in luce, là dove egli non intende «spiegare un solo fenomeno», come gli suggerisce invece Mersenne, «ma [...] tutti i fenomeni della natura, vale a dire tutta

62 *Ibid.*, I, AT X, pp. 359-360.

63 *Ibid.*, p. 360.

64 *Ibid.*, p. 359.

65 *Ibid.*, p. 360.

66 *Ibid.*, p. 361.

67 Cfr. J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise de Descartes*, cit., pp. 25-30.

68 Descartes a Mersenne (8 ottobre 1629), AT I, p. 22

69 Cfr. *Regulae ad directionem ingenii*, I, AT X, p. 361, «non per risolvere questa o quella difficoltà scolastica, ma perché in ogni singolo caso della vita l'intelletto indichi alla volontà che cosa sia da scegliere»; e il confronto è anche con «coloro che studiano cose particolari»: ci si accorgerà, scrive Descartes, che seguendo le operazioni intellettuali, si ottiene «non soltanto tutte quelle conoscenze che gli altri bramano, ma anche più elevate di quelle che si potessero aspettare».

la fisica»⁷⁰, oppure là dove le uniche invenzioni a cui riconosce un valore scientifico sono quelle realizzate «con la forza della sola intelligenza e la guida della ragione»⁷¹, forte del fatto che «alla [...] conoscenza certa e indubbia [sono] sufficienti i nostri ingegni»⁷².

La tradizione aveva eretto un sistema di conoscenze composte, poiché prevedeva diverse costruzioni logiche e dialettiche a seconda degli oggetti in esame; il Rinascimento aveva portato questo accumulo di diversi accessi scientifici al parossismo⁷³ e lo scetticismo⁷⁴, da ultimo, aveva ricavato da questa frammentazione l'idea di un'impossibilità della conoscenza. La *Regula I* si contrappone a questa dispersione, connotata sia nell'interesse di «risolvere questa o quella difficoltà scolastica», sia negli studi di «cose particolari»⁷⁵, elevate e oscure: nell'unità della mente, invece, le scienze diventano sapere umano unitario e ordinato.

La scienza costruita attraverso l'ingegno, dunque, è «conoscenza certa ed evidente»⁷⁶. È il criterio dell'evidenza intellettuale, infatti, ad essere il fondamento della verità: esso stabilisce la condizione del conosciuto e le operazioni della mente nella conoscenza, l'unità dell'oggetto e l'ordine intellettuale con cui operare, e lo fa contro quelle conoscenze raccolte a caso o ereditate dall'autorità di qualche antico maestro, contro gli errori della tradizione scolastica e della curiosità distratta, contro il cieco brancolare nelle tenebre dei chimici e geometri, contro gli errori dei malinconici e contro il dubbio scettico; l'evidenza non si commisura più sui vincoli dialettici o nell'ordine del sistema

70 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 13 novembre 1629), AT I, p. 70.

71 Descartes a Beeckman (Amsterdam, 17 ottobre 1630), AT I, p. 160.

72 *Regulae ad directionem ingenii*, II, AT X, p. 362.

73 Cfr. *L'umanesimo scientifico dal Rinascimento all'Illuminismo*, a cura di L. Bianchi e G. Paganini, Atti del Convegno internazionale organizzato dal Dipartimento di filosofia e politica degli studi di Napoli l'Orientale, Napoli 27-29 settembre 2007, Napoli, Liguori, 2010.

74 Cfr. G. Paganini, *Scepsi moderna. Interpretazioni dello scetticismo da Charron a Hume*, Cosenza, Busento, 1991. Sul libertinismo, si vedano anche R. Pintard, *Le libertinage érudit dans la première moitié du XVII^e siècle*, Genève-Paris, Slatkine, 1983. R.H. Popkin, *The History of Scepticism from Erasmus to Descartes*, Assen, Van Gorcum, 1964. T. Gregory, *Il libertinismo nella prima metà del Seicento*, in *Ricerche su letteratura libertina e letteratura clandestina nel Seicento*, Firenze, La nuova Italia, 1981.

75 *Ibid.*, I, AT X, p. 361.

76 *Ibid.*, II, AT X, p. 362.

tradizionale, bensì sulle operazioni intellettuali, unità di misura vera e di ordine metodologico.

È nella *Regula* III che Descartes definisce queste operazioni: il passaggio in rassegna degli atti intellettuali definisce l'intuizione chiara ed evidente e la deduzione certa come le uniche operazioni mediante cui si acquista la scienza. Nega alcun ruolo performativo alla memoria, alla sensazione, all'esperienza degli altri, ponendo come unica attività corretta quella fondata sull'evidenza dell'intuizione e sulla certezza della deduzione. Il lessico metaforico della luce ne caratterizza lo statuto operativo. L'intuizione coglie la verità nell'evidenza istantanea dell'idea chiara e distinta, la deduzione collega in un moto continuo le conclusioni in connessioni evidenti, l'induzione (operazione metodica definita nella *Regula* VII e costruita sulle azioni dell'intelletto) tiene la molteplicità nell'evidenza e nell'unità delle classi concettuali.

Queste operazioni proprie di un intelletto unitario ci riconsegnano l'immagine di una scienza svincolata dal gusto nei confronti delle varietà, delle diversità, delle rarità e delle cose meravigliose. Il metodo che la *Regola* IVb chiamerà *Mathesis universalis*⁷⁷ è la modulazione di queste operazioni congenite all'uomo, di quest'ordine e di questa unità intellettuale: esso «spiega correttamente in che modo si deve usare l'intuito della mente per non cadere nell'errore contrario al vero, e in quale maniera vanno trovate le deduzioni». D'altronde, la scienza non ha bisogno delle altre operazioni logiche «che la dialettica si sforza di schierare», poiché «sono inutili, o meglio vanno annoverate tra gli ostacoli»⁷⁸. Sotto l'unità delle operazioni intellettuali Descartes riduce la varietà delle operazioni logiche alla chiarezza e distinzione delle idee, unificando le scienze, districandosi nel labirinto della confusione attraverso il filo della ragione e costruendo la conoscenza vera.

77 Si veda J.-M. Beyssade, *Descartes au fil de l'ordre*, Paris, PUF, 2001, *Conclusion: aux limites de la raison*, "Ordre et mesure: Descartes aux limites de la raison", pp. 305-321.

78 *Regulæ ad directionem ingenii*, IV, AT X, p. 372.

Il Monde e L'Homme

Quest'esigenza di unità si ritrova declinata scientificamente nei lavori nederlandesi. Nel *Monde* e ne *L'Homme*, per esempio, in cui la varietà della natura e le caratteristiche dell'uomo sono contratte sotto l'ordine della ragione, sotto le proprietà unitarie e le specificità metodiche: «nell'invenzione di una favola»⁷⁹ per il *Monde* e nell'ipotesi⁸⁰ della macchina del corpo, la disposizione degli organi di quest'ultimo, così come le diversità naturali del mondo si riducono ad un meccanismo unitario che la ragione conosce, smonta nell'esame delle diverse parti e ricostruisce attraverso le leggi naturali in un ordine modellistico evidente. Tuttavia in queste opere il progetto di una scienza universale ricostruita sotto i criteri dell'unità e dell'ordine non trova mai un vero e proprio compimento: la loro stesura è incompiuta. Descartes rifiuta di pubblicare le due opere, come emerge dalla corrispondenza dell'autore, poiché il pubblico non è ancora pronto a riceverle: la scomunica delle opere di Galilei, infatti, ha posto i fondamenti della scienza moderna fuori dal dogma cristiano e li ha fatti rientrare all'interno del sistema di verosimiglianze, come se si trattassero di opinioni comparabili a quelle erronee che vengono attaccate nelle dispute scolastiche. Oltre alla scomunica papale, Descartes è preoccupato di come il proprio sistema si presenta al pubblico, di come la scienza ordinata dalla ragione metodica possa essere diffusa e accolta: di fatto la condanna di Galilei negava i fondamenti matematici della nuova fisica e la inquadrava di nuovo nella filosofia naturale aristotelica.

La critica cartesiana nei confronti di Galilei, a cui si imputa di aver impiegato male i fondamenti della nuova fisica matematica, costruendo senza fondamento⁸¹, sottolinea il

79 R. Descartes, *Le monde ou Traité de la lumière*, chap. V, “*Du nombre des Eléments, et de leur qualités*”, AT XI, p. 31. Cfr. Th. Verbeek, *The invention of nature. Descartes and Regius*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, New York-London, Routledge, 2000, pp. 149-167: p. 150, «the 'fable' was chosen not to conceal the truth but to make it better understood».

80 Cfr. R. Descartes, *L'Homme*, I, “*De la Machine de son Corps*”, II, “*Que son Corps est une machine entièrement semblable aux nôtres*”, AT XI, p. 120, «suppogno che il corpo non sia altra cosa se non una statua o macchina di terra, che Dio forma di proposito per renderla quanto più possibile simile a noi».

81 Nota, infatti, la critica cartesiana al fisico pisano che, abilissimo nell'indagare le questioni della fisica con ragioni matematiche, si perdeva in problemi singolari distinti, senza porre i fondamenti filosofici

pericolo di una frammentazione filosofica insita nelle digressioni del pisano che Descartes vuole evitare per la propria scienza, le cui parti sono unite e tenute insieme dai fondamenti⁸² metodologici.

La critica che Descartes muove a Galilei (benché riconosca che non filosofi affatto male, ovvero riconosca il buon impiego della matematica di quest'ultimo) raccoglie l'esigenza di fondamenta solide che il sistema della nuova scienza non aveva ancora realizzato e attribuisce all'unità e all'ordine intellettuale del proprio sistema filosofico la condizione per sfuggire alle frammentarietà e all'incertezza. Nonostante l'incompiutezza del *Monde* e de *L'Homme*⁸³, il tema dell'ordine e dell'unità restano validi: la diversità naturale è contratta sotto leggi fisiche. In tal senso il progetto non fallisce: le due opere restano il punto di partenza degli studi successivi, in particole degli *Essais*.

Il Discours e gli Essais

L'esigenza di unità è inscritta nel titolo provvisorio del *Discours de la Méthode*,

della nuova fisica: «alquanto manchevole – lo giudica Descartes – per il fatto che fa continue digressioni e non si sofferma per niente a spiegare fino in fondo una materia: [...] ha cercato solo le ragioni di qualche effetto particolare, e quindi ha costruito senza fondamento» (Descartes a Mersenne, 11 ottobre 1638, AT II, p. 380). Permettendo, pertanto, che la nuova fisica rientrasse all'interno del sistema di dispute della Scuola e, dunque, nella filosofia naturale aristotelica.

82 Cfr. Descartes a Mersenne (Deventer, fine novembre 1633), AT I, p. 271: « dimostrata in modo evidente per mezzo [dei fondamenti], legata con tutte le parti del mio trattato, [...] tale per cui non si può] scorporare – aggiunge – senza rendere mancante tutto il resto».

83 Il *Monde* viene scorporato: la *Dioptrique*, infatti, era una parte di questo, e *Les Météores* sono studi dedotti da quello o contenuti in alcune parti. Si veda *Discours de la Méthode*, VI, AT VI, p. 60. Quest'opera, inoltre, è oggetto delle attenzioni di Huygens, che ne richiede la pubblicazione a Descartes con grande insistenza; si veda in particolare Huygens a Descartes (L'Aia, 31 marzo 1636), AT I, pp. 603-604; Huygens a Descartes (L'Aia, 24 marzo 1637), AT I, p. 626.

L'Homme viene riassunto nella quinta parte del *Discours*, là dove Descartes costruisce un saggio di medicina. Se i temi delle due opere e l'unità scientifica attribuita alle diversità naturali, resteranno presenti nella biografia intellettuale di Descartes, tuttavia, il fallimento di questi due scritti è evidente: sia il *Monde* che *L'Homme*, infatti, non vengono più tirati fuori e per alcuni aspetti il progresso della scienza cartesiana è notevole. Per quest'ultimo, per esempio, lo stesso Descartes userà parole dure: un insieme di fogli pasticciati e disordinati. Nel 1646, infatti, lo descrive come tale a Mersenne: fogli in cui lo stesso Descartes fa «molta fatica a leggere» e riordinati, qualche anno prima, da «un amico intimo, che ne ha fatto una copia, la quale successivamente è stata trascritta da altri due, col mio permesso, ma senza che potessi rileggere e correggere» il loro lavoro (Descartes a Mersenne, Egmond-Binnen, 23 novembre 1646, AT IV, pp. 566-567).

ovvero quello di «*Le Projet d'une Science universelle [...] Plus la Dioptrique, les Météores, et la Géométrie; où les plus curieuses Matières que l'Auteur ait pu choisir, pour rendre preuve de la Science universelle qu'il propose, sont expliquées en telle sorte, que ceux-mêmes qui n'ont point étudié les peuvent entendre*»⁸⁴. In tutte le sue parti, infatti, attraverso i vari io che narrano, descrivono, dimostrano e ragionano, Descartes sottolinea quell'esigenza di unità che in giovane età lo aveva reso insoddisfatto dei raffinati⁸⁵, ma frammentati studi compiuti al Collegio di La Flèche e che gli aveva mostrato la «maggiore verità nei ragionamenti che ciascuno fa sugli affari che lo riguardano [...] di quanta se ne trovi in quelli fatti da un uomo di lettere nel suo studio, [...] speculazioni che non producono effetto alcuno»⁸⁶, se non di aumentarne la vanità individuale, utile per costruire una personalità piuttosto che uno scienziato, che lo aveva condotto a rigettare quel sapere stratificato e mal proporzionato, frutto di diversi precettori e interessi contrastanti, oscuro in qualche modo, vicino alle divergenze culturali a cui lo scetticismo montaignano aveva riconosciuto l'impossibilità di dedurre regole certe, più affine alla fragilità dell'edera che si arrampica sulla forza altrui, che non alla stabilità secolare degli alberi più solidi. La scienza universale, invece, che egli ricostruisce nel *Discours* e nei tre *Essais*, è fondata sull'utilizzo delle operazioni evidenti dell'intelletto, cioè nella riduzione delle più curiose materie all'ordine dell'idea chiara e distinta. È la luce dell'intelletto ad essere capace di aprire qualche finestra nell'oscuro scantinato in cui la scolastica ha condotto la scienza, capace, in altri termini, di ridurre le differenze e le particolarità a classi di evidenza concettuale, ordinando il progetto di una scienza universale sotto lo schema di una *Mathesis* intellettuale evidente e unitaria mediante cui sia possibile scoprire la verità.

84 Descartes a Mersenne (Leida, marzo 1636), AT I, p. 339.

85 I Collegi dei gesuiti si svilupparono come importanti luoghi di istruzione e di cultura nel programma di ricompattamento e riconquista che si accompagnava al Concilio di Trento; essi non rispondevano solo all'ansia di rimediare alla diffusa ignoranza, ma erano un baluardo difensivo contro i pericoli dell'eresia. Con un incarico etico così elevato, l'educazione si faceva ambiente e «l'individuo veniva ingabbiato in una rete fatta di autorità, gerarchia, attribuzioni di responsabilità, precetti e [...] repressione» (*Ratio studiorum. L'ordinamento scolastico dei collegi dei Gesuiti*, a cura di M. Salomone, Milano, Feltrinelli, 1979, p. 7). Si veda anche *I Gesuiti e la Ratio Studiorum*, a cura di M. Hinz, Roma, Bulzoni, 2004.

86 *Discours de la Méthode*, I, AT VI, pp. 9-10.

La scienza universale di Descartes riordina le diversità degli studi della natura che la tradizione, il Rinascimento e il nuovo meccanicismo a modo loro tentavano di tenere uniti in un modo, a suo dire, insoddisfacente: il metodo cartesiano, infatti, le riduce ad una sola scienza nell'unità e nell'ordine della ragione. Nelle regole del metodo, infatti, è l'unità intellettuale, espressa e ordinata attraverso la regola dell'evidenza, a fondare una conoscenza certa e a stabilire le condizioni della scienza – chiarezza e distinzione –. Se sull'evidenza si stabilisce un'operatività scientifica che si occupa di problemi unitari, tuttavia essa stabilisce un metodo di riduzione dei problemi a singolarità conoscibili e di ricostruzione sistematica di essi in una conoscenza lineare. Le regole di analisi e di sintesi qui riassunte, infatti, mostrano che il metodo di Descartes non è solo un procedimento geniale per risolvere problemi singolari e particolari, bensì di ricostruzione sistematica. La divisione dei problemi si accompagna alla loro ricostruzione, compimento della ricerca di un ordine e di un'unità; il metodo, inoltre, giunge fino al punto di supporre «un ordine anche tra quelli in cui gli uni [pensieri] non procedono naturalmente dagli altri»⁸⁷, esplicitando completamente l'esigenza di ordine e unità. Infine nella quarta regola, la richiesta di completezza diventa una verifica degli elementi evidenti in una enumerazione dei differenti termini nell'unità chiara e distinta dell'idea. In tal senso, l'esigenza di completezza non è una semplice richiesta bulimica di varietà, bensì un vero e proprio esercizio dell'intelletto che le riordina all'unità: la quarta regola, infatti, richiede «di fare ovunque delle enumerazioni così intere e delle revisioni così complete da essere sicuro di non omettere nulla»⁸⁸.

All'interno di un discorso che espone riflessioni personali sulle modalità di compiere ricerche scientifiche, infatti, le quattro regole sono il risultato di una ricerca che pone a confronto il disordine di una tradizione accumulatasi e accresciutasi su se stessa con l'ordine imposto da un intelletto ordinato e libero dalle precipitazioni e dalla prevenzione⁸⁹. L'immagine dell'unità contenuta nella logica delle quattro regole, inoltre,

87 *Ibid.*, II, AT VI, pp. 19-20.

88 *Ibid.*, p. 20.

89 Cfr. *Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 18, «c'est-à-dire, d'éviter soigneusement la Précipitation, et la Prévention». In questa seconda parte gli esempi del disordine sono molteplici, dall'architettura disordinata, dagli ordinamenti cittadini accresciutisi nel tempo, dai libri ordinati attraverso le

è espressa nel lavoro ordinato dei geometri:

queste lunghe catene di ragioni, tutte semplici e facili, di cui i geometri hanno l'abitudine di servirsi per giungere alle loro più difficili dimostrazioni, mi avevano dato motivo di immaginare che tutte le cose che possono rientrare nella conoscenza umana si susseguono allo stesso modo, e che, a patto solamente di astenersi dall'accogliere come vera qualcuna che non lo sia e di osservare sempre l'ordine che occorre per dedurre le une dalle altre, non ve ne possono essere di così lontane cui infine non si pervenga, né di così nascoste da non essere scoperte.⁹⁰

La metafora della catena di ragioni ordina le conoscenze in rapporti e relazioni sul modello delle Matematiche: «per quanto i loro oggetti siano differenti, esse si accordano comunque tutte per il fatto che considerano in essi solo i diversi rapporti o proporzioni che vi si trovano»⁹¹. L'unità della conoscenza, dunque, commisurata dal criterio dell'evidenza, è concatenata attraverso le proporzioni che la ragione stabilisce tra le cose, proprio come chiarisce la matematica.

Ne sono esempio gli *Essais*: spazio di dimostrazione e di prova della bontà del metodo, essi ricostruiscono le diversità naturali sotto il criterio dell'ordine e dell'unità intellettuale. La *Dioptrique*, infatti, ordina le sensazioni non come mero accumulo di nozioni, bensì attraverso la capacità di sottoporre ciò che si vede all'ordine e all'unità della ragione; l'anima, infatti, sente «in questi corpi tante diverse qualità quante sono le varietà dei movimenti che essi causano nel suo cervello»⁹². Essa, inoltre, riconduce le ricerche ottiche della giovinezza e la scoperta della legge del seno all'ordine metodico,

opinioni di diverse persone, dagli spiriti turbolenti e inquieti, i quali, invece, Francis Bacon indicava come fruttuosi nella scienza (cfr. *Novum organum*, I, 90), fino alla filosofia, alla logica, alle matematiche coltivate dalla tradizione e dalle arti nuove. Ad essi si contrappone l'ordine e l'unità dei quattro precetti metodici.

90 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 19.

91 *Ibid.*, p. 20.

92 *La Dioptrique*, IV, “De sens en general”, AT VI, p. 114.

ordinando la storia della scienza all'unità dell'evidenza intellettuale. E nel *Discours Dixième* regolamenta anche la meccanica alla dottrina dell'ordine con cui sottrae la costruzione ingegneristica al caso (si ricorderà che il saggio iniziava con un esempio di invenzione «ammirevole [...] trovata [...] soltanto grazie all'esperienza e alla fortuna»⁹³) e la inserisce in una dottrina della conoscenza che fa del modello meccanico una utile risorsa scientifica⁹⁴.

Les Météores sono quell'esame «con ordine»⁹⁵ che era partito dal fenomeno dei falsi soli osservato a Frascati nel 1629 e che giungeva alla spiegazione di diversi fenomeni del cielo. Il corpo a corpo con la scolastica è qui più evidente che mai⁹⁶, poiché egli ordina all'evidenza dell'idea chiara e distinta le varietà dei fenomeni celesti in un esercizio di filosofia pura⁹⁷. L'abbandono della teoria classica delle forme sostanziali e delle qualità reali, infatti, e la predilezione di una *Mathesis universalis* che riduce all'unità di ragioni concatenate i diversi corpi esaminati, sono i due aspetti centrali del Saggio nella ridefinizione della natura fisica dei cieli e delle cose che si osservano in natura. L'ordine del metodo legalizza le varietà naturali e regola la curiosità, le rarità, le meraviglie, le osservazioni, le tavole, le ipotesi e le esperienze in rapporti sistematici tra le cose: attraverso una fisica geometrica⁹⁸ esse sono regolamentate dall'imperativo

93 *Ibid.*, I, “De la lumiere”, AT VI, pp. 81-82.

94 Si noti che gli ultimi tre Discorsi del saggio inseriscono uno studio scientifico in un ordine metodico: nel *Discours Septième*, infatti, Descartes enumera le condizioni per migliorare la visione, per poi spiegare ogni mezzo naturale, ricostruire le regole che lo reggono e descrivere gli strumenti che si possono costruire. Il *Discours Dixième* riprende quegli studi meccanici esposti nella corrispondenza con Ferrier (si veda G. Belgioioso, *Descartes e gli artigiani*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno *Descartes e l'“Europe Savante”*, Perugia 7-10 ottobre 1996, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 113-165. E anche W. Shea, *Descartes and the French Artisan Jean Ferrier*, in *Annali dell'Istituto e Museo di storia della scienza di Firenze*, vol. 7, 1982, n° 2, pp. 145-160) e proseguiti nella corrispondenza con Huygens.

95 Descartes a Mersenne (8 ottobre 1629), AT I, p. 23.

96 Étienne Gilson l'ha evidenziato con nettezza; si veda É. Gilson, *Météores cartésiens et météores scolastiques*, in ID., *Etudes sur le rôle de la pensée médiévale dans la formation du système cartésien*, Deuxième partie des Etudes de Philosophie Médiévale, revue et considérablement augmentée, Paris, Vrin, 1951, pp. 101-137.

97 Si veda in proposito la stessa definizione che Descartes ne dà in una lettera del maggio 1637, Descartes a X*** (nei pressi d'Alkmaar, maggio 1637), AT I, p. 370.

98 Cfr. Descartes a Mersenne (27 luglio 1638), AT II, pp. 254-277: p. 268.

dell'ordine della catena deduttiva. I diversi fenomeni celesti, infatti, sono sottratti alla meraviglia, sottratti ad una logica risolutiva frammentaria e riordinati alla logica della ricerca scientifica espressa nel *Discours*: «per natura ci meravigliamo di più per le cose che sono al di sopra di noi [...]. Ciò mi fa sperare che, se qui spiegherò la loro natura in modo tale che non si abbia più motivo di meravigliarsi per ciò che si vede o per ciò che ne discende, si crederà facilmente che allo stesso modo è possibile trovare le cause di tutto ciò che di più mirabile esiste al di sopra della Terra»⁹⁹. In tal modo essi sono inseriti nella catena deduttiva che ne dissipa lo stupore: dai vapori e dalle esalazioni, al sale, ai venti, alle nubi, alle precipitazioni, ai fulmini, per giungere alla spiegazione dell'arcobaleno, ai colori che si vedono in cielo e al fenomeno dei pareli¹⁰⁰. L'immagine del paesaggio naturale che riporta all'inizio del saggio ne indica la concatenazione, poiché mostra fenomeni diversi che appartengono alla stessa natura, che sono spiegati dalla stessa ragione e ordinati dallo stesso metodo. Ne riporto l'immagine.

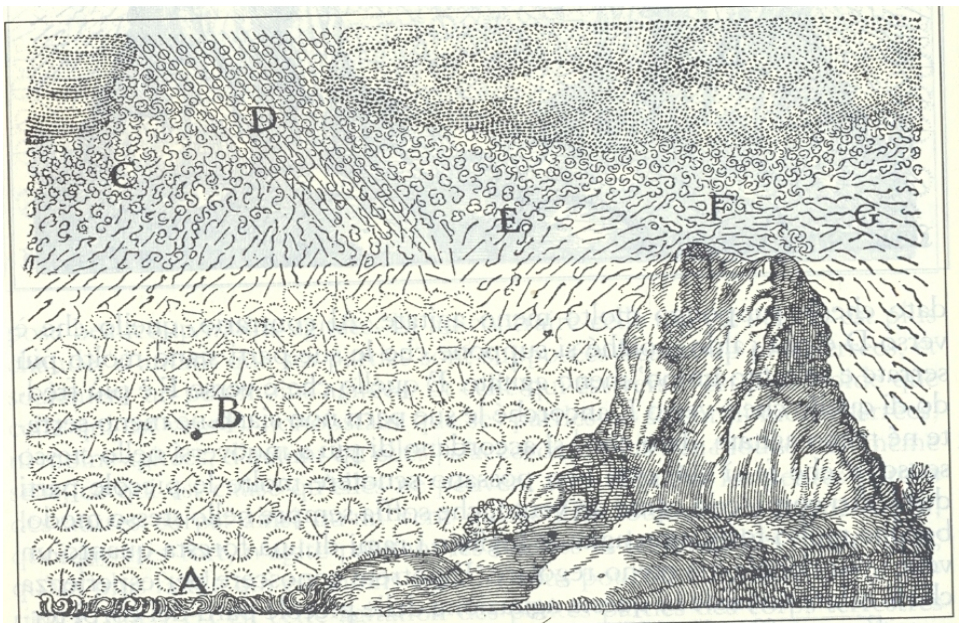


Illustrazione 1: La natura de *Les Météores*, II, AT VI, p. 242.

99 *Les Météores*, I, “De la nature des corps terrestres”, AT VI, p. 231.

100 Cfr. Descartes a Mersenne (Leida, marzo 1636), AT I, p. 340: «principalmente della natura del sale, le cause dei venti e del tuono, le figure della neve, i colori dell'arcobaleno [...], e le corone, o *aloni*, e i soli, o *pareli*».

L'evidenza dell'intelletto è messa alla prova contro l'ammirazione, *topos* aristotelico che definiva l'inizio della filosofia¹⁰¹; la meraviglia, infatti, è limitata da Descartes all'azione dei poeti e dei pittori più che all'operare dello scienziato. È l'ordine del metodo a definire i limiti della scienza, a normalizzare la fisica e a legalizzare le varietà sotto l'idea chiara e distinta.

Ne *Les Météores*, applicazione¹⁰² del metodo congiunto di *Regulæ* e *Discours*, la pratica scientifica è portata a compimento in un concatenamento di ragioni, nell'esperienza operosa, nell'esercizio¹⁰³ e nella pratica¹⁰⁴, ovvero attraverso le operazioni metodiche che si esercitano sulla varietà delle cose riconducendole all'unità dell'intelletto.

Infine vi è la *Géométrie*, chef-d'œuvre dell'intelligenza di Descartes e opera di fondamento dell'analitica moderna. Concepita in una riforma più vasta della disciplina, ne è testimone l'autobiografia del *Discours*, la *Géométrie* si installa in uno sviluppo storiografico importante¹⁰⁵: si apre al progresso scientifico e si caratterizza come definitiva espressione dell'ordine metodico: «tutti i problemi di geometria si possono – scrive Descartes – ridurre facilmente a termini tali che poi, per costruirli, vi sia bisogno

101 Si veda Aristotele, *Metafisica*, I, 982b, «gli uomini sia ora che nel tempo primo hanno incominciato a filosofare per il fatto di meravigliarsi, da principio meravigliandosi di quelle fra le cose strane che erano a portata di mano, in seguito [...] sollevando problemi anche su cose di maggiore importanza: per esempio, sulle affezioni della luna, su quelle concernenti il sole e gli astri e sulla genesi di tutto» (trad. it. a cura di M. Zanatta, Milano, BUR, 2009, p. 287).

102 «Pour l'atteindre en pratique – scrive giustamente J.-L. Marion – il faut passer d'un discours (toujours théorique) à des *Essais* (obligatoirement en travail)» (J.-L. Marion, *Ouverture. Descartes aujourd'hui*, in *Problématique et réception du Discours de la Méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, Vrin, 1988, p. 14). L'evidenza intellettuale si apre alle diverse modalità degli *Essais*, alle istanze applicative e alla pluralità degli oggetti su cui la conoscenza scientifica è convocata a mettere ordine con successo.

103 Lo stesso *Discours*, nel racconto della storia del proprio spirito, ne evidenzia la necessità; si veda *Discours*, II, AT VI, p. 22, «en m'exerçant toujours en la méthode que je m'étais prescrite, afin de m'y affermir de plus en plus»; III, AT VI, p. 29, «et de plus je continuais à m'exercer en la méthode que je m'étais prescrite».

104 Si veda *Discours*, III, AT VI, p. 27, «à cultiver ma raison, et m'avancer autant que je pourrais en la connaissance de la vérité suivant la méthode»; «j'avais commencé à me servir de cette méthode».

105 Cfr. Descartes a Mersenne (fine di dicembre 1637), AT I, p. 479; rispondendo alla polemica di chi gli attribuiva di aver copiato Viète, egli afferma che «la sola ragione per cui il mio trattato risulta difficile da intendere è che ho cercato di non mettermi altro che ciò che ho creduto non essere affatto conosciuto né da lui, né da nessun altro». «Ho cominciato, dunque, dove [Viète] aveva finito».

soltanto di conoscere la lunghezza di alcune linee rette»¹⁰⁶. Riordinate sotto l'evidenza intellettuale, dunque, le matematiche portano quei frutti che la tradizione non aveva saputo cogliere: la memoria e l'immaginazione, infatti, caratteristiche principali su cui si era costruita l'analisi degli Antichi, che non può «esercitare l'intelletto senza affaticare alquanto l'immaginazione», e l'algebra dei Moderni, «un'arte oscura e confusa che ingombra l'ingegno»¹⁰⁷, ne avevano appesantito il ragionamento. Descartes trasferisce l'esercizio matematico, dunque, all'unitarietà e all'ordine dell'intelletto¹⁰⁸, mediante cui egli riduce la costruzione geometrica all'intuizione delle linee. La conoscenza geometrica, pertanto, affronta la difficoltà nella ricostruzione di un ordine che evidenzia un rapporto tra le rette¹⁰⁹, finché non si trova il mezzo di unificare le due quantità in un'unica equazione: questa soluzione, infatti, mette alla prova del metodo le varietà dei problemi geometrici, riducendo la diversità delle figure ad un rapporto matematico costruito sulla «retta e il punto»¹¹⁰.

Le opere successive mettono in luce una medesima ricerca dell'ordine e dell'unità: le *Meditationes de prima philosophia*, fondamento metafisico della scienza cartesiana, la ripropongono nel percorso analitico, là dove l'io metodico affronta attraverso l'intuizione, deduzione, induzione ed enumerazione l'emergenza dei diversi io e supera la condizione di dubbio attraverso l'unità fondamentale del *cogito*: fondamento dell'individualità del soggetto e della certezza della scienza moderna. *La recherche de la vérité par la lumière naturelle*, luogo anch'essa di confronto con le diverse istanze

106 *La Géométrie*, I, «Des problèmes qu'on peut construire sans y employer que des cercles et des lignes droites», AT VI, p. 369.

107 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, pp. 17-18.

108 Cfr. *La Géométrie*, II, «De la nature des lignes courbes», AT VI, p. 389, nella geometria, infatti, «ad essere ricercata è solo la precisione del ragionamento, che può essere senza dubbio ugualmente perfetto, sia trattando le linee di un tipo, sia dell'altro».

109 Cfr. *La Géométrie*, II, AT VI, p. 392, «per comprendere insieme tutte quelle che si danno in natura, e distinguerle ordinatamente secondo determinati generi, non so trovare una soluzione migliore che quella di dire che tutti i punti delle linee [...] geometriche, cioè che cadono su qualche misura precisa ed esatta, hanno necessariamente un rapporto con tutti i punti di una linea retta che può essere espressa mediante una equazione, e ovunque con la stessa equazione».

110 *Ibid.*, p. 393.

scientifiche coeve, è spazio dialogico in cui emerge l'unità delle scienze e la loro utilità nella filosofia di Descartes. Fine dell'opera, infatti, è di mettere in sicurezza l'evidenza intellettuale dai rischi di chi cerca scorciatoie che portano tra rovi e precipizi, indicando nel metodo quel filo di Teseo con cui uscire dal labirinto della natura, cioè mettendo «in evidenza le vere ricchezze delle nostre anime, schiudendo a ciascuno i mezzi per trovare in se stesso, e senza prender nulla dagli altri, tutta la scienza che è necessaria per la guida della sua vita e per acquistare in seguito, col suo studio, tutte le conoscenze più curiose che la ragione degli uomini sia capace di possedere»¹¹¹, e realizzando l'ordine del metodo. Il *Traité des Passions de l'âme*, infine, è spazio in cui è possibile riordinare le passioni sotto l'ordine e l'unità dell'intelletto.

Espressa con forza nei primi lavori, la *Mathesis universalis* è presente in tutte le opere come linea guida ed espressione di metodo unitario che, stabilito sull'unità della ragione, vige in ogni ambito dell'umano e riordina all'unità le diversità della natura e le specificità dell'umano.

1.C. L'albero della filosofia: il sistema unitario delle scienze

Presentando i lavori compiuti assieme alle parti mancanti degli studi, la *Lettre-Préface* all'edizione francese dei *Principia philosophiæ* ricostruisce la densità filosofica dell'esigenza di ordine e unità della scienza. Lo studio di «quanto vi è di più generale nella fisica» è preceduto e ordinato dai principi della conoscenza, che ne sono la «filosofia prima o metafisica». Il lavoro, infatti, riguarda aspetti diversi: attraverso le prime leggi della natura Descartes ha analizzato la natura dei cieli, ovvero l'universo, ma anche la natura particolare «di questa Terra, dell'aria, dell'acqua, del fuoco, del magnete»¹¹². Tale varietà è regolata dall'ordine della ragione che nella prima parte,

111 *La recherche de la vérité par la lumière naturelle*, AT X, p. 496. Si noterà, in queste parole, una critica simile a quella del *Discours*, ma come nell'opera del 1637 essa verteva sull'inutilità delle scienze sconnesse tra loro e prive di alcun fondamento, così nel dialogo viene presentato un metodo con cui collegare le scienze, anche le più curiose, tra loro, rendendole utili al fine della conoscenza della verità.

112 *Lettre-Préface*, AT IX-2, p. 16.

ovvero dalle «nozioni chiare e semplici che sono in noi»¹¹³ e che nell'esercizio della logica, «non quella della Scuola – [...] dialettica che insegna i mezzi con i quali fare intendere ad altri le cose che si sanno, o anche per dire parecchie parole senza alcun criterio su cose che non si sanno», scrive, vengono poste come fondamento di un metodo per «ben condurre la propria ragione per scoprire le verità che si ignorano»¹¹⁴. In tal senso, dunque, la varietà naturale non si traduce in un mero accumulo di saperi diversi e disgiunti, bensì in una costruzione sistematica riordinata dalle nozioni chiare dell'intelletto e dal criterio dell'evidenza valido in ogni ambito della ricerca: «tutte le conclusioni che si deducono da un principio che non è evidente, non possono neanche esse essere evidenti, quand'anche fossero dedotte con evidenza»¹¹⁵, poiché tale criterio ordina il conoscente (le operazioni, infatti, devono essere evidenti) e il conosciuto. Mediante l'evidenza delle operazioni intellettuali si deduce il primo principio della filosofia cartesiana: l'evidenza cosciente del pensiero che sa di pensare, ovvero l'impossibilità di «dubitare di essere mentre [si] dubita»¹¹⁶; su questo principio che stabilisce l'unità e la certezza dell'operare razionale si ordina la varietà degli studi e si costruisce la scienza.

Nella *Lettre-Préface* è l'immagine dell'albero a raffigurare questa unitarietà, attribuendo un legame fra tutte le scienze e ordinandole nell'unità radicale della metafisica. La filosofia cartesiana, infatti, è contratta in un'immagine che riunisce le diversità attraverso l'applicazione di principi primi:

la [...] prima parte è la metafisica, che contiene i principi della conoscenza, tra i quali vi è la spiegazione dei principali attributi di Dio, dell'immortalità delle nostre anime e di tutte le nozioni chiare e semplici che sono in noi. La seconda è la fisica, nella quale, dopo aver trovato i veri principi delle cose materiali, si esamina in generale come è composto tutto l'universo, e poi, in particolare, qual è la natura di questa Terra e di tutti i corpi che si trovano più comunemente attorno ad essa, come l'aria, l'acqua, il fuoco, il magnete e altri minerali. Dopodiché, occorre

113 *Lettre-Préface*, AT IX-2, p. 14.

114 *Lettre-Préface*, AT IX-2, pp. 13-14.

115 *Lettre-Préface*, AT IX-2, p. 8.

116 *Ibid.*, p. 9.

anche esaminare in particolare la natura delle piante, quella degli animali e, soprattutto, quella dell'uomo, per essere capaci in seguito di trovare le altre scienze che gli sono utili. Così – aggiunge – tutta la filosofia è come un albero, le cui radici sono la metafisica, il tronco è la fisica e i rami che escono da questo tronco sono tutte le altre scienze che si riducono a tre principali, cioè la medicina, la meccanica e la morale¹¹⁷.

L'immagine dell'albero condensa un programma di fondazione delle scienze che si pone ben al di là dei tentativi rinascimentali o del sapere della Scuola: la verità scientifica, conosciuta attraverso le procedure dell'intelletto, e coniugata con i principi della metafisica, stabilisce un sistema unitario e universale della conoscenza, sottraendo la scienza all'assoggettamento dell'autorità degli Antichi, alla casualità disordinata, alla curiosità bulimica e farraginoso e al caos litigioso delle dispute della tradizione scolastica, restituendo alla scienza il proprio spazio nell'unità dell'ordine intellettuale e nell'evidenza delle sue operazioni.

Nell'immagine dell'albero, infatti, la concatenazione degli argomenti scientifici radicata nella metafisica fornisce al sapere un ordine e un'unità fondamentali da cui le scienze prendono forma e si realizzano nel progetto di una scienza universale ordinata e vera.

A svilupparsi per primo da queste radici è il tronco, la fisica, e poi i rami, le altre scienze e in particolare la meccanica, la medicina e la morale. Immagine più ampia per questo motivo rispetto ai primi progetti cartesiani, l'albero della vera filosofia non è contraddittorio con essi: «l'arborescenza cartesiana è tutta interamente epistemologica»¹¹⁸, cioè espressione di una scienza razionale che ha come proprio fondamento l'ordine della ragione, non in quanto dottrina dell'Essere, bensì come riflessione sui principi della conoscenza. Di conseguenza, le varietà sono ordinate all'evidenza dei principi primi: l'ordine e l'unità della ragione sono i necessari fondamenti delle diverse ricerche scientifiche.

117 *Ibid.*, p. 14.

118 M. Spallanzani, *L'arbre et le labyrinthe. Descartes selon l'ordre des Lumières*, Paris, Champion, 2009, p. 328.

Non si tratta di un ordine in cui le verità discendono dagli universali, ma di una vera e propria conoscenza dell'evidenza restituita dall'operatività dell'intelletto. La scienza, infatti, si costruisce nell'ordine delle operazioni intellettuali. Tuttavia, l'unità ricostruita sull'evidenza della ragione non è chiusa in se stessa, ma aperta all'esercizio pratico, alle varietà della natura e ad un progresso scientifico che il metodo rende possibile¹¹⁹. La stesura dei *Principia* ne sottolinea la vastità e, inoltre, presenta anche l'ammissione di un compimento mancato: gli studi naturali non sono completi. Lo scrive nell'articolo 188 della IV parte¹²⁰ e lo ripete nella *Lettre-Préface*:

per portare a termine questo progetto, qui di seguito dovrei spiegare allo stesso modo la natura di ciascuno degli altri corpi più particolari che sono sulla Terra, ossia dei minerali, delle piante, degli animali e principalmente dell'uomo; e poi, infine, trattare esattamente della medicina, della morale e delle meccaniche. Questo è ciò che bisognerebbe che facessi per dare agli uomini un corpo intero di filosofia; e non mi sento ancora così vecchio, né diffido tanto delle mie forze, né sono così lontano dalla conoscenza di ciò che resta, da non osare intraprendere di portare a compimento questo progetto, se avessi l'agio di fare tutte le esperienze di cui avrei bisogno per sostenere e giustificare i miei argomenti.¹²¹

119 La contrapposizione all'erudizione e la definizione della scienza nell'evidenza intellettuale, infatti, «creano le condizioni per comprendere la filosofia nei suoi aspetti storici ed evolutivi» (Th. Verbeek, *Tradition and Novelty: Descartes and Some Cartesian*, in *The Rise of Modern Philosophy. The Tension between the New and Traditional Philosophies from Machiavelli to Leibniz*, ed. by T. Sorell, Oxford, Clarendon Press, 1993, pp. 167-196: p. 180). Il progresso della scienza non avviene sull'erudizione, bensì sull'evidenza delle operazioni intellettuali.

120 «Non aggiungerei nulla di più in questa quarta parte dei *Principiorum Philosophiæ* se (come avevo in animo precedentemente) fossi sul punto di scriverne ancora due, ovvero la quinta sui viventi, cioè sugli animali e sulle piante, e la sesta sull'uomo [...] non ho ancora esaminato a fondo tutto ciò di cui vorrei trattare in queste parti» (*Principia philosophiæ*, IV, art. CLXXXVIII, “*De iis, quæ ex tractationibus de animali et de homine, ad rerum materialium cognitionem mutuanda sunt*”, AT VIII-1, p. 315). Nel dibattito con More, il neoplatonico inglese interroga il filosofo del metodo sulle assenze dei *Principia* di cui ha scritto in quest'articolo, invitando Descartes a pubblicare il proprio lavoro: «Pege, divine Vir, in istoc opere excolendo et perficiendo. Pro certissimo enim habeo, nihil unqual Reipub. literariæ aut gratius aut utilius in lucem proditurum. Nec est quod experimentorum defectum hic causeris. Nam, quantum ad corpus nostrum, *accepi a dignis fide auctoribus*, te, quæ ad humani corporis Anatomem spectant, accuratissime universa explorasse» (More a Descartes, Cambridge, 23 luglio 1649, AT V, p. 389, corsivo mio). Si veda la recente monografia su Henry More: J. Reid, *The Metaphysics of Henry More*, Dordrecht, Springer, 2012.

121 *Lettre-Préface*, AT IX-2, pp. 16-17.

Queste pagine della *Lettre-Préface* mettono in luce un'enciclopedia inedita, in cui il lavoro del filosofo è posto a sistema dall'operatività della *mens*, in un ordine aperto ai diversi fenomeni di cui intende occuparsi e libero di esercitarsi nei molteplici accessi alla verità che il metodo permette, unitario quindi ma consapevole dell'utilità delle esperienze per confermare le proprie conoscenze, per sostenere e giustificare gli argomenti con cui si costruisce la scienza sull'evidenza intellettuale. Le varietà infatti non sono più ordinate agli universali astratti, bensì sono studiate in una linearità progressiva che, fondata sull'evidenza delle operazioni intellettuali, le ordina come variazione dell'idea chiara e distinta.

L'esempio dell'albero, dunque, indica una vitalità¹²² che cresce e si amplia: il progetto di una filosofia unitaria, dunque, è vivo e multiforme; esso restituisce un'attenzione all'universalità scientifica contratta nelle unità concettuali, ordinata dal metodo e capace di impiegare le diverse istanze della scienza nella scoperta della verità.

1.D. Unità e progresso delle conoscenze. Esperienza ed esperimento

Nel *Discours de la Méthode* e nei *Principia philosophiæ* Descartes non si limita alla presentazione di risultati, ma mostra un progetto scientifico attento alle nuove esperienze. Di fatto si crea una contrapposizione evidente là dove egli rifiuta da un lato la definizione di nuova filosofia, perché la sua è vecchia quanto la verità, ma esige nuove esperienze da aggiungere ai ragionamenti. Vi è una vera e propria richiesta di impegno delle istituzioni nel sostegno economico della scienza (anche la corrispondenza è piena di inviti ai regnanti e ai cardinali di Francia affinché realizzino nuove esperienze), perché le esperienze più complicate hanno costi elevati che un singolo non può sostenere. La corrispondenza mostra un Descartes aperto alle istanze diverse che gli venivano sottoposte, alla descrizione di esperimenti e alla richiesta di osservazioni, cataloghi e storie naturali, ovvero ad una scienza meno metodica e meno omogenea di

122 Si tratta di «un arbre vivant», come scriverà Pierre Mesnard (P. Mesnard, *L'arbre de la sagesse*, in *Descartes*. Cahiers de Royaumont, Paris, Les Editions de Minuit, 1957, p. 341).

quella che l'unità delle operazioni intellettuali ricostruisce. Tuttavia, non viene meno l'unità della scienza: il metodo è sempre unitario e le esperienze che vi si aggiungono sono sempre ordinate dalla ragione.

Le esperienze, infatti, sfuggono alla casualità e alla quotidianità, per essere inserite all'interno di una concatenazione di ragionamenti evidenti. La stessa richiesta di aiuti istituzionali è indice di questo ruolo nuovo dell'esperienza, trasformata in esperimento, cioè ricondotta ad un ordine di ragioni precise. Il progresso della ricerca, che si realizza attraverso esperimenti, attraverso ipotesi che forzano il metodo, attraverso raccolte che restituiscono la completezza dell'oggetto di studio, è ordinato dal metodo. Sono nuove ricerche, sì, che non infrangono l'unità scientifica della ragione.

È soprattutto Mersenne l'interlocutore privilegiato e metro di paragone tra la cultura diffusa in Francia e il pensiero di Descartes: mentre Mersenne sottopone esperienze ai propri corrispondenti per raccoglierne le diverse opinioni da confrontare per giungere alla verità, infatti, Descartes esercita la propria ragione nel ridurre quella varietà ad unità intellettuali e all'idea chiara e distinta al fine di averne una conoscenza evidente. Lo dice con chiarezza in una lettera dell'ottobre 1629: «non ho un'intelligenza così vigorosa da essere applicata nello stesso tempo a più cose differenti; e poiché non trovo mai nulla se non attraverso una lunga serie di diverse considerazioni, ho bisogno di dedicarmi interamente ad una materia, quando voglio esaminarne qualche parte»¹²³. Lo studio di ogni singolo fenomeno, pertanto, non è ricondotto al tema della rarità o della diversità, bensì si ordina in una concatenazione in cui se ne ricerca la causa unitaria. Di fronte al fenomeno dei falsi soli Descartes ha esaminato con ordine le meteore prima di poterne dare una spiegazione scientifica, senza accumulare le diverse opinioni in merito, bensì trovando nell'ordine della ragione l'operatività con cui analizzare il fenomeno e spiegarlo. Lo studio dei fenomeni particolari, dunque, non è un mero accumulo di meraviglie o un esercizio disordinato, bensì rientra nell'ordine del metodo.

Nell'ordine dell'intelletto Descartes trasforma le esperienze diverse e casuali in esperimenti. Il 18 dicembre 1629 egli si dice stupito di quello che Mersenne gli ha

123 Descartes a Mersenne (8 ottobre 1629), AT I, p. 22.

scritto riguardo la visione di «una corona intorno alla candela [...] da come la descrivete sembra che siate in possesso di un'invenzione che ve la fa vedere quando vi pare»: egli ha provato a riprodurla, strofinandosi gli occhi per vedere qualcosa di simile, «ma mi è impossibile», scrive. Avanza delle congetture («voglio credere») sulla causa e delle prove sotto cui ordinare l'esperienza, dei dati attraverso cui classificare questo caso; «ciò posto penso di poterne dare una spiegazione»¹²⁴, ovvero ordina quell'esperienza casuale all'interno di una struttura scientifica: la ragione propone una spiegazione che le prove dimostrano e indica un ordine entro cui i dati ricondotti all'idea chiara e distinta permettono una conoscenza evidente. Il tentativo di Descartes verte sul togliere quest'esperienza dalla condizione di curiosità meravigliosa e di novità inaspettata, per inserirla in una catena di ragioni evidenti, trasformando l'esperienza in un esperimento e individuando in quella casualità un ordine causale e razionale. Sarà lo stesso filosofo a mostrare questa evoluzione in una lettera a Golius del 19 maggio 1635. In questa, infatti, afferma di aver provato la medesima esperienza: «di notte sullo Zuiderzee [...] avevo tenuto per molto tempo la testa appoggiata sulla mano destra, con la quale chiudevo l'occhio destro [...] allorché [...] venne portata una candela nella stanza [...], aprendo entrambi gli occhi ho percepito due corone attorno a questa candela»¹²⁵. Immediatamente, però, questa esperienza viene ordinata: la descrizione dei cerchi è scientifica, le prove che vengono fatte per dimostrare come funziona sono puntuali, le osservazioni sono ricostruite nell'ordine della ragione. Si trasforma, quindi, in un esperimento a cui si può dare una «spiegazione sufficiente»¹²⁶: egli ha ricondotto le diverse parti del fenomeno curioso a singole spiegazioni collegate ad idee chiare ed evidenti, e poi le ha riunite in un'unica catena di ragioni.

La corrispondenza riporta l'attenzione di Descartes alle esperienze e alla pratica scientifica ricondotta all'unità e alla forza dell'ordine intellettuale. Da un lato le esperienze e le osservazioni sono richieste come spazio di costruzione del progresso

124 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I, p. 83.

125 Descartes a Golius (Utrecht, 19 maggio 1635), AT I, p. 318.

126 Ibid., p. 320.

scientifico: là dove l'oggetto si complica e viene meno «la speranza di trovare le cause della formazione»¹²⁷ di esso, le esperienze permettono di condurre la riflessione intellettuale verso nuovi orizzonti di ricerca. Dall'altro lato l'esperienza casuale, assieme alle storie, ai cataloghi e alle raccolte di cose disordinate, procura quella completezza necessaria alla scienza, ma esse devono essere sottoposte all'ordine del metodo. Le azioni intellettuali trovano, pertanto, spazio d'azione anche nell'esperienza. Nell'epoca della nuova sperimentazione meccanica il metodo evidenzia, così, un'operatività sperimentale nell'ordine e nell'unità della ragione che indica la via del progresso scientifico negando che esso consista nell'ergersi sopra le conoscenze degli Antichi: nella progressività scientifica, infatti, l'antichità va considerata come un'epoca nuova perché priva delle esperienze¹²⁸.

La richiesta di esperienze, di osservazioni, di liste e cataloghi è sempre ricondotta alla forza e all'unità dell'ordine intellettuale: sono le operazioni dell'intelletto, dunque, a ordinare le diversità naturali studiate non in una semplice giustapposizione di esperienze, come è per Mersenne, bensì in una concatenazione di ragioni. In tal senso, pertanto, occorre leggere sia le modalità con cui Descartes riceve le istanze del Minimo, sia le ragioni che ordinano le proprie richieste. Per fare qualche esempio: egli chiede a Mersenne «la descrizione che voi avete del fenomeno di Roma»¹²⁹, gli è grato delle «osservazioni»¹³⁰ che gli scrive e degli «esperimenti»¹³¹ sui metalli a cui cerca di fornire

127 Descartes a X*** (1648-1649), AT V, p. 261.

128 «*Non est quod Antiquis multum tribuamus propter Antiquitatem; sed nos potius iis antiquiores dicendi. Jam enim senior est mundus quam tunc, majoremque habemus rerum experientiam*» (*Studium bonæ Mentis*, Appendice, in *Opuscula*, AT X, p. 204). Ritorneremo su questo aspetto proprio della cultura erudita e appartenente anche a Francis Bacon nell'immagine comune dei “nani sulle spalle dei giganti” (Cfr. F. Bacon, *Novum organum*, I, 84 ; e F. Bacon, *De dignitate et augmentis scientiarum*, I, 28. L'esempio si fa risalire a Bernardo di Chartres, si veda John of Salisbury, *The metalogicon, a twelfth-Century Defense of the Verbal and Logical Arts of the Trivium*, Glouchester, Peter Smith, 1971, III 4, p. 167). Descartes, infatti, sfugge alla *querelle des Anciens et des Modernes*.

Per uno studio di queste pagine, si veda H. Gouhier, *Les premières pensées de Descartes, Contribution à l'histoire de l'anti-renaissance*, Paris, Vrin, 1979, pp. 142-149.

129 Descartes a Mersenne (8 ottobre 1629), AT I, p. 23.

130 Descartes a Mersenne (18 dicembre 1629), AT I, p. 84.

131 Ibid., p. 97.

spiegazioni ordinate.

Talvolta la corrispondenza mette in luce una collaborazione inscritta nell'ordine della ragione, sia con la pratica degli artigiani, sia con le curiosità sperimentali di Mersenne. Nella lettera a Van Hogelande nel 1638¹³² questa collaborazione è inserita in una costruzione teorica di vera e propria divisione del lavoro scientifico: è ordinata dal metodo. Tuttavia, essa non è di facile applicazione, sia perché gli artigiani spesso falliscono¹³³, sia perché i volontari che si offrono «per curiosità o desiderio di imparare [...] hanno solitamente più promesse che non fatti [...], belle proposte [...] e vorrebbero essere pagati con la spiegazione di qualche difficoltà, o almeno con complimenti e conversazioni inutili, che per poco che costino, sono comunque tempo perso»¹³⁴, sia perché spesso si aggiungono disordinatamente ragioni alle esperienze, in un modo che confonde¹³⁵. All'ordine della ragione, infatti, possono essere aggiunte delle esperienze¹³⁶, ma non altre ragioni o ipotesi diverse¹³⁷, poiché solo in sé, se vuole formulare la scienza, la ragione trova quelle «verità»¹³⁸ di cui ha bisogno per trasformare l'esperienza in

132 Cfr. Descartes a Hogelande (agosto 1638), AT II, pp. 346-347: «non credo che si debba impiegare la maggior parte del proprio tempo a raccogliere [le invenzioni degli altri]. Infine, se alcuni fossero capaci di scoprire i fondamenti delle scienze, avrebbero torto d'impiegare la loro vita a cercarne dei piccoli frammenti nascosti qua e là nei recessi delle biblioteche. Coloro che saranno capaci di fare soltanto questo lavoro, non saranno capaci di scegliere e mettere in buon ordine quanto troveranno».

133 La fallimentare esperienza con Ferrier, infatti, aveva reso più incerta la possibilità di una collaborazione costruttiva; Descartes continuerà a vantarsi che il suo ingegno ha intuito qualcosa che le mani dei più abili ingegneri e tornitori non riescono ancora a realizzare, si veda lo scambio con Huygens degli anni '30, in particolare, Huygens a Descartes, L'Aia, 11 luglio 1638, «Signore – scrive il segretario olandese – il mio tornitore protesta di aver fornito questa volta tutto ciò che l'ingegno può domandare alla mano» (AT I, p. 609). Le mani vengono sconfitte dall'ordine dell'ingegno.

134 *Discours de la Méthode*, VI, AT VI, pp. 72-73.

135 Descartes, infatti, chiede delle raccolte, delle esperienze, delle storie senza che vi siano frapposti «alcuna ragione o ipotesi» (Descartes a Mersenne (Amsterdam, 10 maggio 1632), AT I, p. 251).

136 Lo dice esplicitamente in riferimento al progresso della scienza: «col passar del tempo – scrive – si possa conoscere [...] aggiungendo al ragionamento l'esperienza» (Descartes a Mersenne, Amsterdam, 5 aprile 1632, AT I, p. 243).

137 Si dà «poco credito [...] alle osservazioni che non sono accompagnate dalla vera ragione» (*Les Météores*, VIII, “De l'arc-en-ciel”, AT VI, p. 340.), scrive Descartes in relazione agli studi dell'arcobaleno compiuti da Maurolico, indice del fallimento scientifico di quelle ricerche che compiono esperienze al di fuori dell'ordine intellettuale.

138 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 23 dicembre 1630), AT I, p. 196.

esperimento, il caso in conoscenza vera. Talvolta, quindi, le richieste di esperienze portano ad un nulla di fatto: è il caso delle raccolte e dei cataloghi chiesti, programmi di una scienza storica che a Descartes sembra impossibile, ma con cui vuole confrontarsi per ridurla all'ordine della ragione. Cataloghi e raccolte non fondano la scienza, ma servono per disporre la varietà della natura.

Descartes scrive sull'utilità delle raccolte generali a Mersenne nel dicembre 1630¹³⁹, limitandone la rilevanza alle cose comuni, facili e certe; nel maggio 1632 gli richiede una raccolta degli scritti sulle comete, argomento di cui solitamente le opere dei diversi autori sono sparpagliate, in una vera e propria storia celeste naturale «secondo il metodo di Verulamio»¹⁴⁰. Nel 1640 a Van Hogelande estende l'utilità delle raccolte fino alla «storia della matematica, disseminata in molti libri e non ancora perfettamente compiuta»¹⁴¹. Occorre notare che si tratta di una storia di dati, non una storia *storica*; l'ordine del metodo, infatti, elimina le circostanze che ne costituivano lo statuto e che erano parte fondamentale di compimento di raccolte e osservazioni. I dati della conoscenza, infatti, sono ricondotti dal metodo all'idea chiara e distinta, mediante cui si può compiere la scienza e spiegare la natura. Non è l'ordine della raccolta, quello che interessa a Descartes, bensì l'ordine dell'evidenza intellettuale: è l'unità dell'intelletto, infatti, a stabilire la conoscenza e il progresso nella scienza.

Esperienze, storie e osservazioni sono ordinate all'operatività del metodo, solo così possono essere utili alla scienza. Nelle richieste di esperimenti egli li ordina alla ragione e ne spiega il significato¹⁴² attraverso le operazioni della mente. Nei casi in cui chiede osservazioni – le famose liste di qualità tratte da Aristotele o da Bacon¹⁴³ – le ordina all'evidenza dell'intelletto, le conosce attraverso l'idea chiara e distinta e le spiega

139 Cfr. Descartes a Mersenne (Amsterdam, 23 dicembre 1630), AT I, p. 196.

140 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 10 maggio 1632), AT I, p. 251.

141 Descartes a Hogelande (8 febbraio 1640), AT III, pp. 723-724.

142 Cfr. Descartes a Cavendish (Egmond, 30 marzo 1646), AT IV, p. 384.

143 Cfr. Descartes a Mersenne (Amsterdam, gennaio 1630), AT I, p. 109: «vi ringrazio – scrive – delle qualità che avete tratto da Aristotele» e aggiungeva di averne «già fatto un'altra lista più grande, tratta in parte da Verulamio e in parte dalla mia testa; è una delle prime cose che cercherò di spiegare. Farlo non sarà così difficile come si potrebbe credere, poiché, una volta posti i fondamenti, esse ne conseguono da sole».

mediante questi fondamenti razionali; nei casi in cui richiede cataloghi e storie, infine, queste servono per facilitare l'operazione di analisi, riducendo la complessità dell'oggetto a unità, e per disporre sotto un unico colpo d'occhio tutte le parti dell'oggetto in questione. Le storie, dunque, sono utili non come mero accumulo o affinché si impari una teoria altrui, né come strumento per ricordarsi di verità disperse e perdute: in quanto tale la storia è espunta dalla scienza perché è una metodologia inutile, bensì esse sono utili di fronte agli oggetti complessi e alle vastità che la memoria non può trattenere¹⁴⁴.

Non è «l'autorevolezza di qualcuno»¹⁴⁵ quella che Descartes va cercando, poiché si può affermare di aver appreso qualcosa solo dalla forza dell'ingegno e dalle idee chiare e distinte che le operazioni intellettuali costruiscono. Storia, raccolte, cataloghi ed esperienze, infatti, non si riducono all'applicazione pratica di una teoria altrui, ma sono utili per conoscere l'evidenza attraverso l'ordine dell'intelletto in quei casi complessi¹⁴⁶; non hanno un ruolo fondativo né performativo: sono utili non come momento scientifico di scoperta – l'autorità su cui si fonda la storia *storica*, infatti, non conta – bensì come ambito e spazio di esercizio della ragione, come raccolta di osservazioni e di studi, come completezza della scienza, che si compie, però, non più attraverso la descrizione, ma nell'invenzione intellettuale e nella spiegazione che la ragione opera. Come scrive a Hogelande, infatti, le storie «sono tutto ciò che è già stato scoperto e che si trova nei libri»; la scienza è «l'abilità di risolvere tutte le questioni e [...] di scoprire

144 La critica alla memoria è nota: nelle *Regulae* la considera uno strumento dell'ingegno labile e fallace, a cui è meglio non prestare troppa attenzione e che, inoltre, è pericoloso sovraccaricare; se in una operazione, infatti, «è importante ritenere tutte le dimensioni in modo tale che si presentino facilmente tutte le volte che l'uso lo richiede [...], per non essere costretti a sacrificare una parte della nostra attenzione nel produrla [la memoria] daccapo mentre siamo presi da altri pensieri, l'arte, molto a proposito, ha inventato l'uso della scrittura» (*Regulae ad directionem ingenii*, XVI, AT X, p. 454).

145 Descartes a Beeckman (Amsterdam, 17 ottobre 1630), AT I, p. 158.

146 Cfr. *Regulae ad directionem ingenii*, X, AT X, p. 403: «confesso di essere nato con una mente tale che ho sempre trovato il più grande piacere dello studio non nell'ascoltare le ragioni degli altri, ma nel trovarle industriandomi io stesso; [...] prima di leggere oltre, tentavo se per caso non ottenevo qualcosa di simile, grazie ad una certa sagacia congenita, e mi guardavo bene che una lettura prematura non mi togliesse questo innocente delitto».

con la propria abilità tutto ciò che può essere scoperto dall'intelligenza umana»¹⁴⁷; la totalità, dunque, si contrae nell'unità e nell'ordine del metodo: il progresso si misura non nel confronto col passato, bensì nell'avanzamento metodico che unifica la scienza.

Storie e scienza sono ambiti distinti da un punto di vista teorico, in cui il momento di definizione della conoscenza è separato dalla pratica sperimentale, dalle raccolte, dalle osservazioni, dalle ipotesi e dagli esperimenti; tuttavia, il divario tra osservazione e spiegazione, tra esperienza e metodo si ricuce nel progetto di una scienza universale: nel momento in cui si fa scienza queste istanze sono una via di accesso alla verità. Nel presentare questa separazione teorica, infatti, le stesse *Regulæ* offrono anche il modello di una conoscenza scientifica che si realizza attraverso l'esperienza¹⁴⁸. Tra le pagine della corrispondenza esperienza e metodo non sono disgiunte, ma rientrano sotto un'unità teorica, che si apre alle novità e alle richieste che gli vengono sottoposte e che si confronta con il progresso della scienza: le scoperte e le nuove invenzioni sono tali sono in quanto sono compiute sotto la guida della ragione.

Di fronte alle richieste più varie dei propri corrispondenti, di fronte alle curiosità e alle rarità che costoro gli sottopongono, infatti, Descartes iscrive le storie, i cataloghi e le esperienze nell'ordine dell'evidenza intellettuale: sono accessi diversi alla scienza, utili se ordinati dal metodo all'evidenza e commisurati all'idea chiara e distinta. In tal senso le esperienze richieste¹⁴⁹ e le osservazioni – «e vorrei non tre, ma mille osservazioni prima di essere del tutto sicuro»¹⁵⁰ – diventano scienza.

147 Descartes a Hogelande (8 febbraio 1640), AT III, p. 722.

148 Certamente non è ovvio a prima vista come il rapporto tra esperienza ed evidenza possa funzionare in un metodo che dà tale enfasi all'approccio deduttivo, questo sarà oggetto del secondo capitolo di questa tesi. Tuttavia, attraverso i passi della corrispondenza citati si nota che Descartes ritenga utile «aggiungere l'esperienza al ragionamento» al fine di completare la conoscenza e favorirne il progresso (Descartes a Mersenne, Amsterdam, 5 aprile 1632, AT I, p. 243). Si veda L.J. Beck, *The Method of Descartes. A Study of the Regulæ*, Oxford, Clarendon Press, 1952, pp. 239-253.

149 Cfr. Descartes a Mersenne (Leida, dicembre 1640), AT III, p. 256, «ma vi sono un milione di esperienze che possono provare il movimento, non visibile a occhio nudo, delle parti dell'acqua». Si veda anche Descartes a Mersenne (Santpoort, 11 marzo 1640), AT III, p. 35, nella questione in discussione «il ragionamento, senza l'esperienza, non serve a niente».

150 Descartes a Mersenne (29 gennaio 1640), AT III, p. 7.

L'unità della scienza si configura così come progresso scientifico attraverso la pratica sperimentale: le esperienze indicano le nuove vie che nell'ordine metodico porteranno alla conoscenza della verità. La lettura e riflessione metodica dei *Principia*, «esperienza»¹⁵¹ che Descartes ordina nell'esercizio intellettuale di letture ripetute, infatti, dispone la ragione alla ricerca della verità. Coltivando lo studio dei principi del metodo, infatti, «si potranno scoprire alcune verità»¹⁵² che Descartes non ha potuto spiegare nelle sue opere. E se «tutte le verità che se ne possono dedurre [...] dipendono da alcune esperienze particolari»¹⁵³ a cui sono necessarie la cura intellettuale e il sostegno istituzionale ed economico, allora sono l'ordine e l'unità del metodo cartesiano ad indicare la via del progresso scientifico, riducendo le varietà naturali all'ordine metodico e il progresso scientifico all'unità della mente.

151 *Lettre-Préface*, AT IX-2, p. 11.

152 *Ibid.*, p. 18.

153 *Ibid.*, p. 20.

II. Esperienza e metodo

L'interesse e l'attenzione per le esperienze, le raccolte, le osservazioni è ordinato da Descartes all'operatività del metodo. Il metodo, infatti, ricostruisce una scienza unitaria fondata sull'evidenza intellettuale e commisurata all'idea chiara e distinta. Che Descartes sia uno sperimentatore è cosa ormai assodata¹⁵⁴, ma si tratta di un'esperienza costruita nell'ordine della ragione: le raccolte e i cataloghi completano la scienza, le esperienze provano il metodo, gli esperimenti aiutano la deduzione e orientano le ipotesi. Questa modulazione della pratica sperimentale, che trasforma l'esperienza nell'ordine della ragione, che istituisce esperienze sotto l'unità metodica, è evidente nelle pagine cartesiane come esercizio scientifico completo e vero.

Se i corrispondenti di Descartes, i quali di fronte alla decisione di pubblicare i *Principia* senza le parti ultime lo incalzano consapevoli sia della completezza degli studi sperimentali del filosofo, come indicano le parole di Huygens:

il signor Pollot e io saremmo dell'idea che pubblicando la vostra Fisica, voi non la mutilaste della parte sull'uomo [...]. Se foste un uomo capace di nascondere un tale documento ai vostri amici, potrebbe sembrare che siano i nostri interessi a portarci a chiedervela pubblicamente, ma poiché osiamo contare di ottenerlo da voi privatamente, insistiamo affinché comprendiate che noi vi parliamo per il vostro solo interesse¹⁵⁵.

Le ricerche variegata sono unite e compiute nella forza metodica. La scienza di

154 Su un ruolo diverso per la sperimentazione, si veda L.J. Beck, *The Method of Descartes. A study of the Regulæ*, Oxford, Clarendon Press, 1952. G. Milhaud, *Descartes savant*, Paris, Alcan, 1921.

155 Huygens a Descartes, (L'Aia, 23 novembre 1643), AT IV, p. 767. La prima edizione dei *Principia* è del 10 luglio 1644. La lettera, infatti, è testimonianza di un aspetto generale della biografia cartesiana, quello della condivisione delle sue opere e del suo lavoro, quello della comunicazione privata che manteneva con i suoi amici e che dà un rilievo di straordinario interesse alla sua vastissima corrispondenza. In essa, infatti, anche per questa ragione, si trova scritta l'evoluzione del pensiero attraverso la costruzione e la spiegazione degli esperimenti e attraverso il dibattito e il confronto di idee.

Descartes, infatti, non è un esercizio di una ragione contrapposto all'esperienza. Il lessico¹⁵⁶ cartesiano articola una semantica che collega l'esperienza alla conoscenza scientifica, trasformando l'esperienza in esperimento sotto l'ordine e l'unità dell'intelletto. L'esperienza si accorda all'evidenza intellettuale che ne stabilisce il significato e il ruolo scientifico; ciò vale sia nella «esperienza evidente»¹⁵⁷ e anche in quei casi in si ha a che fare con l'esperienza singolare e «quotidiana»¹⁵⁸, ovvero con quelle esperienze che si presentano ai sensi – spesso come casi particolari, meravigliosi, curiosità o paradossi – e che preesistono alla classificazione razionale.

Le esperienze rientrano nella scienza metodica e compiono quella completezza richiesta all'evidenza intellettuale. In tal senso sono necessarie al progresso della conoscenza, poiché orientano la ricerca. Lo ripete Descartes allo stesso Huygens in una lettera dell'agosto 1645, in cui scrive che alla linearità dei *Principia* non può aggiungere altri studi senza le esperienze necessarie, «non mi è possibile scriverne niente di più senza correre il rischio di sbagliarmi, poiché non ho effettuato le esperienze che mi sarebbero state necessarie per giungere alla conoscenza particolare di ogni cosa»¹⁵⁹. Al di là del motivo retorico della richiesta di un sostegno istituzionale alle sue ricerche, infatti, è evidente l'utilità dell'esperienza nel raggiungere le conoscenze più complesse e particolari, a patto che essa sia inserita nell'ordine dell'operatività intellettuale indicata nei risultati descritti nei *Principia*. Le esperienze sono importanti se poste all'interno del sistema del metodo.

Intento di questo capitolo, pertanto, è mostrare l'unione tra esperienza e metodo nella filosofia di Descartes.

156 J.-R. Armogathe, *Sémanthèse d'Experientia/Experimentum/Expériences dans le corpus cartésien*, in *Experientia*, Colloquio internazionale, Roma, 4-6 gennaio 2001, atti a cura di M. Veneziani, Firenze, Olschki, 2002, pp. 259-271.

157 *Principia philosophiæ*, II, art. XXXVI, AT VIII-1, p. 61.

158 *Ibid.*, art. XXXVIII, p. 63: «l'esperienza quotidiana offre una conferma della nostra regola nel caso dei proiettili».

159 Descartes a Huygens (Egmond aan den Hoef, 4 agosto 1645), AT iV, p. 781.

§ 1. *Le Regulae ad directionem ingenii. Un metodo analitico e sperimentale*

Le Regulae ad directionem ingenii sono lo spazio della riflessione epistemologica di Descartes che si apre alla definizione della scienza, «conoscenza certa ed evidente» e della sua pratica. La *Regula X* ne ricostruisce l'operatività in un racconto biografico.

Confesso di esser nato con una mente tale che ho sempre trovato il più grande piacere dello studio non nell'ascoltare le ragioni degli altri, ma nel trovarle industriandomi io stesso; e solo questo avendomi spinto, ancora giovane, a imparare le scienze, tutte le volte che un libro prometteva nel titolo qualcosa di nuovo, prima di leggere oltre, tentavo se per caso non ottenevo qualcosa di simile, grazie ad una certa sagacia congenita, e mi guardavo bene che una lettura prematura non mi togliesse questo innocente diletto. Ciò mi accadde tante volte, che alla fine mi resi conto che non giungevo più alla verità delle cose, come fanno di solito gli altri, con ricerche disordinate e cieche, più per l'aiuto della fortuna, che per l'abilità; ma che avevo appreso, con una lunga esperienza, regole certe, che giovano non poco a tale scopo, delle quali poi mi sono servito per trovarne delle altre. E così coltivai diligentemente tutto questo metodo, e mi convinsi che fin da principio avevo seguito il modo di studiare più utile di tutti.¹⁶⁰

Costruita sul rifiuto dell'autorità degli Antichi, la scienza non consiste «nell'ascoltare le ragioni degli altri» o nel «leggere» i libri¹⁶¹, ma nell'esercizio del proprio ingegno, ovvero di «una certa sagacia congenita». Il riferimento all'azione di deduzione

160 *Regulae ad directionem ingenii*, X, AT X, pp. 403-404.

161 Nota l'avversione cartesiana per i libri e la letteratura in generale: benché grande lettore, nel *Discours* infatti dice di aver compiuto le letture più curiose nel periodo del Collegio, Descartes rifiuta l'autorità del mondo di carta. Nei *Pensieri giovani* è riportata una proposizione simile a questa delle *Regulae*: «da giovane, quando mi si presentavano scoperte ingegnose, ricercavo se per caso potevo scoprirle da me stesso, anche senza aver letto l'autore; e così, poco a poco mi sono accorto di utilizzare regole certe» (*Cogitationes privatae*, AT X, p. 214).

intellettuale¹⁶² stabilisce la scienza come sistema di verità intellettuali. Descartes contrappone quest'esercizio dell'intelletto al disordine di ricerche cieche e casuali, alla fortuna che guida molte esperienze conoscitive. Tramite le operazioni intellettuali la scienza ordina «con una lunga esperienza regole certe»: all'interno del metodo, pertanto, le esperienze sono importanti sia per definire meglio l'abilità, sia per affinare la conoscenza.

1.A. Le operazioni intellettuali: il metodo delle *Regulae*

La *Regola* decima ne mostra la storia, le prime *Regole* il percorso logico.

Di fronte ai sistemi tradizionali, infatti, che hanno frammentato le scienze, la scienza cartesiana è ordinata sulla saldezza dell'intelletto. La *Regola* II esprime la necessità di compiere quella rivoluzione metodologica che rifiuta la centralità dell'oggetto a favore dell'operare dell'ingegno. Il dettato lo indica con precisione, là dove afferma che non è l'oggetto¹⁶³ ciò che stabilisce i criteri della conoscenza, bensì gli ingegni che «alla [...] conoscenza certa e indubbia [degli oggetti] si mostrano sufficienti»¹⁶⁴. Contemporaneamente Descartes pone un criterio a quest'ultima: «ogni scienza è conoscenza certa ed evidente», fondata sull'evidenza della ragione. Si sbarazza, quindi, in un colpo solo della centralità dell'oggetto, dell'esperienza sensibile quale criterio di conoscenza, del dubbio scettico – «colui che dubita di molte cose non è più dotto di colui che non vi abbia mai pensato, anzi più [...] ignorante se si è fatto un'opinione

162 Si veda *Regulae ad directionem ingenii*, IX, AT X, p. 400, «coltivare due principali facoltà della mente, e cioè la perspicacia nell'intuire distintamente le singole cose, e la sagacia nel dedurle abilmente le une dalle altre».

163 Cfr. *Regulae ad directionem ingenii*, VIII, AT X, p. 395, «nulla può essere conosciuto prima dell'intelletto, dal momento che da esso dipende la conoscenza di tutte le altre cose»; laddove ancora il *Novum organum* di Francis Bacon presentava una logica che fondava la conoscenza ancora sul senso. Si veda F. Bacon, *Novum organum*, I, 19, pp. 83-85, «due sono [...] le vie per ricercare e scoprire la verità. La prima dal senso e dai casi particolari vola agli assiomi più generali [...]: questa è la via oggi in uso. L'altra, invece, dal senso e dai casi particolari fa derivare gli assiomi, ascendendo senza interruzione e per gradi, fino a giungere agli assiomi più generali: questa è la via vera, ma non ancora percorsa». La critica all'induzione aristotelica è evidente; Bacon vi contrappone la propria logica induttiva, ma fa sempre partire la conoscenza dal senso.

164 *Ibid.*, II, AT X, p. 362.

falsa»¹⁶⁵ –, della ricercatezza erudita – che si occupa di «oggetti a tal punto difficili» da non «distinguere le cose vere dalle false»¹⁶⁶ –, delle conoscenze probabili, dei ragionamenti fallaci ricostruiti con abilità retorica per convincere l'uditorio e per ingannare l'avversario, del sistema di dispute, del meccanismo sillogistico e, infine, di quell'erudizione accademica che eleva l'impegno in cose difficilissime, «sulle quali [...] ci si ingegna] formando congetture sottilissime e argomenti di certo probabili»¹⁶⁷, utili nelle dispute e per aumentare i propri dubbi, piuttosto che per apprendere la verità. Egli svuota di significato questi forme scientifiche e limita la conoscenza alla certezza e all'evidenza, egli confina l'utilità dei sistemi di questo elenco a condizioni particolari (le «battaglie», per esempio) che permettono una prima buona educazione, di cui egli stesso è consapevole e riconoscente¹⁶⁸, ma che forniscono una pedanteria da cui occorre in seguito liberarsi. Si tratta, infatti, di controversie, di forme incerte, di studi che prediligono un ordine retorico all'evidenza, utili per dare una prima direzione quando in giovane età si rischia di finire in precipizi, ma la ragione adulta deve seguire percorsi propri. L'esempio migliore «tra le discipline note» è fornito dalle matematiche, «esenti da ogni difetto di falsità o incertezza»¹⁶⁹. Tuttavia esse sono un esempio da cui partire, non il fondamento della conoscenza scientifica: scienze anch'esse, non l'unica scienza.

L'esercizio della scienza richiede una riflessione sulla propria teoria che non si limiti a definire l'esempio delle dottrine da imitare, ma che trovi nell'esercizio di queste ultime quelle condizioni mediante cui è possibile stabilire la conoscenza evidente. Descartes, pertanto, muove la riflessione all'esame delle strade con cui si giunge alla conoscenza,

165 *Ibid.*, non è il dubbio in quanto tale, infatti, che permette la conoscenza, poiché è sufficiente non conoscere la verità di una cosa per rendere inutile l'operazione dubitativa.

166 *Ibid.*

167 *Ibid.*, p. 364.

168 Nonostante la critica al sistema scolastico, infatti, Descartes ritiene che vi sia stata un'utilità minima nel predisporre la mente degli studenti delle scuole alla scienza, «noi stessi – scrive – siamo lieti di essere stati così educati nelle scuole», molti inoltre «senza guida si spingerebbero verso dei precipizi» (*Regulæ ad directionem ingenii*, II, AT X, p. 364). In un'epistola del 1638, inoltre, Descartes elogerà il Collegio di La Flèche consigliando ad un amico di iscrivere il figlio presso i collegi gesuiti, «devo rendere questo onore ai miei maestri e dire che non vi è luogo al mondo ove ritengo [...] si insegni meglio che a La Flèche» (Descartes a X***, 12 settembre 1638, AT II, p. 378). Nella prima parte del *Discours*, infatti, Descartes riconosceva la vastità del sistema scolastico.

169 *Regulæ ad directionem ingenii*, II, AT X, p. 364.

«per esperienza o per deduzione»¹⁷⁰.

Pur essendo due vie diverse, non sono contrapposte. Descartes eleva la deduzione che «non può mai esser fatta male da un intelletto appena razionale», rispetto all'esperienza «spesso fallace». Tuttavia nel testo emerge una correlazione tra queste due strade. L'errore dell'esperienza, proprio della sua condizione, dipende dal modo con cui si opera mediante essa: se si «ipotizzano esperienze poco capite, o vengono emessi giudizi temerariamente e senza fondamento», allora la conoscenza è fallace e la scienza incerta. Le matematiche sono un caso esemplare, poiché «consistono interamente in conseguenze logiche dedotte razionalmente»: la loro evidenza e perspicuità mostrano la facilità con cui l'intelletto opera nella conoscenza, indicando la via per la scienza: nella «ricerca della verità non ci si deve occupare di nessun oggetto sul quale non si possa avere una certezza uguale alle dimostrazioni dell'aritmetica e della geometria»¹⁷¹. Più che un annullamento dell'esperienza, vi è una definizione di essa all'interno dell'ordine della ragione: essa è fallace se si sviluppa a partire da ipotesi poco capite dalla ragione, mentre è utile se è inserita all'interno di un percorso intellettuale ordinato.

Fondamento della conoscenza evidente, infatti, sono le operazioni intellettuali che egli descrive nella *Regula* III e che stabiliscono l'evidenza e la perspicuità richieste. La certezza, dunque, si estende all'esperienza mediante le operazioni intellettuali che la ordinano¹⁷²; le matematiche sono esempio anche in questo: l'esperienza certa che ne fa un ambito privilegiato è stabilita dalla purezza e dalla chiarezza dell'oggetto, ovvero dall'idea chiara e distinta, e dalle operazioni intellettuali che vi operano. La *Regola* terza lo espone con chiarezza:

Riguardo agli oggetti proposti si deve cercare non ciò che gli altri

170 *Ibid.*, p. 365.

171 *Ibid.*, p. 366.

172 J.-L. Marion ritiene che questa estensione consista in un esercizio di definizione dell'esperienza in generale e di privilegio di quella certa, in una recensione ed eliminazione; si veda J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise de Descartes*, cit., p. 43. Tuttavia questo ricondurrebbe il metodo cartesiano agli usi baconiani dell'esperienza, ovvero facendone un nuovo oggetto della conoscenza, in luogo di uno spazio di esercizio dell'ingegno. È l'operare dell'intelletto, infatti, che dà certezza alle esperienze, non sono le esperienze ad essere certe di per sé.

hanno ritenuto, o che noi stessi congetturiamo, ma ciò che possiamo intuire chiaramente ed evidentemente, o dedurre con certezza; la scienza infatti non si acquista in altro modo.¹⁷³

La scienza è un esercizio dell'intelletto: essa si acquista non ripetendo le esperienze altrui, né usufruendo astrattamente del lavoro degli altri, bensì compiendo personalmente quei percorsi, compiendo le esperienze¹⁷⁴ e i ragionamenti. Non si sarà bravi matematici, scrive, «quand'anche imparassimo a memoria tutte le dimostrazioni degli altri»¹⁷⁵, perché la conoscenza vera consiste nel saperle risolvere da sé, cioè nel conoscere tutti i passaggi della catena. La teoria delle matematiche, infatti, non è sufficiente se non abbiamo un corretto operare dell'ingegno¹⁷⁶ con cui risolvere i problemi; fondamento vero sono le azioni dell'intelletto: «l'intuizione e la deduzione»¹⁷⁷. Quella pluralità delle scienze riconosciuta nella prima *Regula*, pertanto, è salvata dal disordine gnoseologico mediante il rigore di un'epistemologia «costruita sull'unico produttore di certezza [...]: l'intelletto stesso»¹⁷⁸.

Oltre che istanza unitaria, la scienza dell'intelletto segue anche un'istanza d'ordine. Dopo aver stabilito l'unità della conoscenza nell'evidenza intellettuale, Descartes ammonisce contro il disordine di chi «mescola [...] congetture [...] e giudizi»¹⁷⁹, di chi sale disordinatamente alla ricerca di cose oscure a cui giungere con ragionamenti probabili. Intuizione e deduzione sono le operazioni che stabiliscono nel pensiero quelle

173 *Regulæ ad directionem ingenii*, III, AT X, p. 366. Si veda anche J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise de Descartes*, cit., p. 44, «la mise à l'écart des Anciens ne constitue pas l'essentiel, mais une banalité; plus décisif paraît le motif unique, qui exclut aussi toute histoire (au deux signification du terme) du déploiement de la vérité: l'immédiateté de la vérité provoque seule la certitude, parce que précisément la certitude impose une prise de possession du vrai, et qu'aucune possession ne se pren par personne interposée».

174 Descartes, infatti, «non si fida affatto degli esperimenti che non ha condotto» egli stesso (Descartes a Huygens, Endegeest, 18 febbraio 1643, AT III, pp. 805-806).

175 *Regulæ ad directionem ingenii*, III, AT X, p. 367.

176 Cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, III, AT X, p. 367, «nisi simus etiam ingenio apti ad quaecumque problemata resolvenda».

177 *Ibid.*, p. 368.

178 J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise de Descartes*, cit., p. 30.

179 *Regulæ ad directionem ingenii*, III, AT X, p. 367.

idee chiare e distinte: si tratta di intuizioni nei casi in cui ci si occupi di idee facili ed evidenti, di deduzioni là dove dai principi veri si congiunge la conoscenza di altre cose. La prima opera istantaneamente e trova con evidenza attuale l'idea delle cose su cui ci interroghiamo, mentre la seconda collega con certezza a questa idea altre idee in un percorso temporale.

L'ordine e la misura delle operazioni intellettuali, dunque, diventano metodo scientifico, lo scrive con chiarezza nella *Regula IV*:

se il metodo spiega correttamente in che modo si deve usare l'intuito della mente per non cadere nell'errore contrario al vero, e in quale maniera vanno trovate le deduzioni allo scopo di giungere alla conoscenza di tutte le cose, non mi sembra che sia necessario null'altro perché essa sia completa, dal momento che non si può avere nessuna scienza [...] se non mediante l'intuizione della mente o la deduzione. Infatti non è possibile estendere il metodo anche per insegnare in che modo quelle stesse operazioni siano da fare, perché esse sono le più semplici e prime di tutte, cosicché, se il nostro intelletto non potesse già prima servirsene, non comprenderebbe nessun precetto del metodo, per quanto facile. Laddove le altre operazioni della mente, che la dialettica si sforza di schierare in aiuto di quelle prime, sono qui inutili, o meglio vanno annoverate tra gli ostacoli¹⁸⁰.

La scienza del metodo viene contrapposta alla curiosità degli studi disordinati e delle meditazioni oscure, alla confusione e l'accecamiento dell'intelligenza¹⁸¹, poiché essa dispone di quell'evidenza che le permette di non assumere «mai il falso in luogo del vero [...] aumentando gradualmente il sapere»¹⁸². In quanto espressione della ragione

180 *Regulæ ad directionem ingenii*, IV, AT X, p. 372

181 Cfr. *ibid.*, p. 371, «è di gran lunga preferibile non pensare mai a cercare la verità di alcuna cosa, piuttosto che farlo senza un metodo: infatti è certissimo che con siffatti studi disordinati e con meditazioni oscure, il lume naturale sia confuso e l'intelligenza accecata».

182 *Ibid.*, p. 372.

umana liberata dalle maschere della logica, il metodo è la «fonte di tutte le altre»¹⁸³ scienze. È una scienza generale che si declina, attraverso l'ordine dell'intelletto nelle diverse scienze particolari. E che ordina l'esercizio sperimentale che le diverse forme citate accumulavano disordinatamente all'ordine della ragione.

1.B. Serie, enumerazione, induzione: l'ordine della pratica conoscitiva

Le regole successive indicano ancora le caratteristiche della scienza metodica. La quinta, la sesta e la settimana Regola, infatti, sono il cuore di questa prima parte dell'opera incompiuta, perché espongono il funzionamento del metodo e la sua applicazione. Ritengo, inoltre, che la stesura della Regola IV b¹⁸⁴, aggiunta in un secondo momento, sia strettamente connessa con il percorso delle regole seguenti ed in particolare con la *Regula V*. In quest'ultima Descartes presenta l'utilità di un metodo di ordine e misura a confronto con i tentativi fallimentari delle diverse tradizioni filosofiche, e la *Regula IV b* ne amplia i concetti, dando una definizione del metodo. La *Regula IV b*, infatti, presenta alcune variazioni alla linearità del testo. La prima parte, IV a, si apre con una critica alla curiosità e agli errori di chi ricerca casualmente la verità, e si conclude sulla bontà del metodo e sulla sua utilità; parimenti la *Regula V* riprende e amplifica quel discorso: la necessità del metodo, vero filo di Teseo per la conoscenza delle cose è contrapposta al disordine di chi lo ignora o presume di non averne bisogno, in un esame approfondito di quelle categorie citate all'inizio della *Regula IV* e rubricate sotto la cultura della cieca curiosità. Per oltrepassare il disordine naturale, infatti, l'ordine della *Regula IV a* deve disporsi nell'ordine della *Regula V*, ovvero in quella *Mathesis* con cui «conformare tutte “le cose da conoscere” alla propria intelligibilità»¹⁸⁵.

Le tre *Regole* successive «concorrono egualmente alla perfezione del metodo»¹⁸⁶, la

183 *Ibid.*, p. 374.

184 Non presente nella prima stesura dell'opera, come attesta anche il manoscritto recentemente trovato a Cambridge e di cui ho potuto seguire una presentazione al Descartes Center della Utrecht University.

185 J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise de Descartes*, cit., p. 77.

186 *Regulæ ad directionem ingenii*, VII, AT X, p. 392.

cui esposizione completa verrà aggiunta da Descartes in un secondo momento nella *Regula IV b*: la *Regula V*, infatti, ne dà la definizione, la *Regula VI* espone le modalità di costruire l'ordine secondo una gradualità fondamentale, la *Regula VII*, vero apice di questa parte, indica le modalità attuative di una scienza completa di ordine e relazione¹⁸⁷. Benché ancora condensata nella definizione logica, in esse l'esperienza rientra nella pratica metodica.

La definizione del metodo è connessa alla sua applicazione: esso «consiste nell'ordine e nella disposizione di quelle cose alle quali deve essere rivolta l'acutezza della mente per scoprire qualche verità. E lo avremo osservato con esattezza, se ridurremo gradualmente le proposizioni involute e oscure a più semplici e dall'intuito di quelle semplici cercheremo di risalire [...] alla conoscenza delle altre»¹⁸⁸. Gli esempi seguenti illustrano l'applicazione del metodo ad ogni ambito scientifico, definendo gli errori di chi pretende, «senza conoscere la natura dei cieli e senza aver osservato i loro moti, [...] di poterne indicare gli effetti», di chi costruisce «a caso nuovi strumenti» meccanici, di chi «trascurando gli esperimenti, ritiene che la verità verrà fuori dal cervello, come Minerva da quello di Giove»¹⁸⁹. Queste diverse pratiche sono fuorvianti perché false.

Le due *Regole* successive articolano questa applicazione e illustrano il funzionamento del metodo nella deduzione ordinata e nell'esperienza ordinata. Esse mostrano come il metodo permette di ordinare il vario, il diverso e il disperso in serie di evidenze e, attraverso l'induzione, in classi di evidenze concettuali. La *Regula VI*, infatti, stabilisce la necessità dell'ordine nella deduzione, quando in una serie di verità connesse tra loro il metodo permetta di definire «quale sia la cosa più semplice, e in quale maniera tutte le cose restanti se ne allontanino di più, o di meno, o in modo uguale». La *Regula VII*, inoltre, indica la necessità di completare la scienza attraverso enumerazioni sufficienti ed ordinate, ovvero attraverso esperienze, raccolte, cataloghi e

187 Cfr. J.-L. Marion, *Ordre et relation. Sur la situation aristotélicienne des "Regles V et VI"*, in *Archives de Philosophie*, 37, 1974, pp. 243-274.

188 *Regulæ ad directionem ingenii*, V, AT X, p. 379.

189 *Ibid.*, p. 380.

storie.

La prescrizione del metodo consiste, nella *Regula VI*, nel disporre la complessità dell'oggetto da cui si sono dedotte alcune verità in una serie, «non perché si riferiscono a qualche genere dell'ente [...], ma in quanto le une possono essere conosciute a partire dalle altre, cosicché [...] possiamo accorgerci se non sia più utile esaminare dapprima alcune altre cose, e quali, e in quale ordine». L'ordine si ristabilisce non più sulle categorie della filosofia tradizionale, ma sulle operazioni dell'intelletto: assoluto e relativo, infatti, si contraddistinguono per il rapporto concettuale che istituiscono. Assoluto, così, è «ciò che contiene in sé la natura pura e semplice [...], tutto ciò che è considerato come indipendente, causa, semplice, universale, uno, uguale, simile, retto»¹⁹⁰, ovvero l'idea chiara e distinta: l'unità di misura a cui la serie va riferita. Relativo, di conseguenza, è qualcosa che si riferisce all'assoluto, che partecipa di quello e che può esserne dedotto: «dipendente, effetto, composto, particolare, molteplice, ineguale, dissimile, obliquo, eccetera»¹⁹¹. L'ordine, quindi, si rapporta all'idea chiara e distinta, da cui si deducono i nessi del fenomeno studiato. Pervenire a ciò che è assoluto in ogni cosa, pertanto, è obiettivo primario del metodo, affinché sia possibile esaminare con ordine l'oggetto in esame.

L'ordine della scienza, inoltre, dipende «da un certo punto di vista», ovvero dall'ordine delle conseguenze che le operazioni intellettuali stabiliscono. La catena secondo cui disporre le conoscenze dipende interamente dall'ordine intellettuale: ripete l'ordine con cui la ragione definisce le cose. La catena deduttiva, pertanto, può venire sovvertita e ciò che era relativo per una cosa diventare assoluto in uno studio differente, ma senza che questo rovesciamento dell'ordine sia un annullamento dei fondamenti intellettuali, poiché è sempre l'operare della ragione a stabilire la connessione tra le cose e l'ordine in cui la serie si dispone. La rottura con la tradizione aristotelica a questo punto è completa.

L'intuizione delle nature semplici, le prime di ogni serie, infatti, si compie «o mediante le esperienze o con qualche lume insito in noi», le altre si conoscono

190 *Ibid.*, VI, AT X, p. 381.

191 *Ibid.*, p. 382.

deducendole da queste o «immediatamente e senza nulla frapporre, oppure attraverso due, tre o più conclusioni diverse»¹⁹². Se lo studio può aggregare esperienze diverse, tuttavia l'esercizio di disposizione della serie deve essere intellettuale: è solo l'operare sagace dell'intelletto, infatti, a stabilire l'ordine tra le diverse cose su cui si esercita l'esperienza, la memoria o l'immaginazione. L'acutezza della ragione definisce il rapporto tra i punti della serie, riducendo le varietà naturali all'ordine dell'intelletto.

Descartes lo ripete ancora una volta nelle righe seguenti, indicando l'importanza di stabilire un ordine nell'esperienza, nelle raccolte di «verità che si presentano spontaneamente»¹⁹³, poiché è necessario riflettere sulle scoperte compiute ed esaminare le ragioni dell'ordine della scoperta. Affinché le esperienze non siano più casuali, quotidiane o, peggio, frutto di sensazioni, bensì possano essere parte integrante della scienza.

Da un lato, quindi, il metodo sviluppa un ordine seriale composto da ragioni evidenti che riordina a seconda della necessità: «da alcune cose più facili e conosciute per prime – scrive – possono esserne scoperte molte anche in altre discipline da parte di coloro che riflettono con attenzione e ricercano con sagacia»¹⁹⁴; dall'altro riconosce all'operatività dell'intelletto un ruolo fondamentale nella pratica delle esperienze. La pratica conoscitiva è fissata dalle operazioni intellettuali: le raccolte di verità, infatti, non servono solamente per migliorare la disposizione delle cose, ma anche per portare compimento alla scienza. Essa, infatti, si completa attraverso «un moto continuo del pensiero», al fine di «percorrere [...] una per una tutte le cose che si riferiscono al nostro argomento, e comprenderle in una enumerazione sufficiente e ordinata»¹⁹⁵. La raccolta di tutti i dati e la loro successiva enumerazione, che stanno all'inizio dell'indagine riguardo alle questioni complesse e alla fine per completare la ricerca, è un'operazione del metodo nella misura in cui ristabilisce le quantità che l'operatività intellettuale riconduce all'evidenza e all'ordine.

192 *Ibid.*, p. 383.

193 *Ibid.*, p. 384. La verità “*præsens*”, dunque, può anche essere spontanea nel Descartes delle *Regulæ*.

194 *Ibid.*, p. 387.

195 *Ibid.*, VII, AT X, p. 387.

Là dove la disposizione in serie ristabiliva l'ordine della scienza, l'induzione di cui si occupa la *Regula VII* ne fornisce la completezza e ne garantisce l'unità. L'aggiunta delle esperienze, pertanto, diventa qui necessaria in vista della complicazione degli studi: si tratta di raccolte, esperimenti, storie, cataloghi e osservazioni richiesti dallo scienziato e vagliati dal metodo attraverso un esercizio della ragione capace di riordinare le diversità con cui completare l'indagine all'idea chiara e distinta della scoperta.

Descartes ripropone un esempio matematico come nella *Regola* precedente. La proporzionalità, infatti, è modello di una ricerca che permette di conoscere con il rapporto tra singole grandezze vicine e simili, definendo anche quello tra grandezze distanti. Scoperto «il rapporto tra le grandezze A e B, e poi tra B e C, in seguito tra C e D, e alla fine tra D e E»¹⁹⁶, infatti, si può conoscere anche quello tra A e E che non si può intuire immediatamente, né ricordare o dedurre con facilità. L'intuizione del rapporto tra le grandezze, inserite in una catena deduttiva, è reso completo attraverso quel moto della ragione con cui le si enumera tutte, individuando un rapporto anche tra la prima e l'ultima. La conoscenza della proporzione, infatti, non è immediata e necessita di un esercizio mnemonico che, tuttavia, Descartes rifiuta di compiere per la debolezza della memoria. La conoscenza, infatti, deve restare un esercizio dell'intelletto che, eventualmente, sfrutti la memoria senza appesantirla. Il metodo accorre in nostro aiuto. In questo caso, dunque, l'enumerazione permette di passare in rassegna le grandezze raccolte e le azioni dell'intelletto trovano in quella quantità raccolta la proporzione che ne restituisce la conoscenza.

L'enumerazione, infatti, «è la ricerca di tutto ciò che riguarda una questione stabilita»¹⁹⁷, secondo una modalità che garantisce di aver percorso «tutte le strade che sono aperte agli uomini»¹⁹⁸ per conoscere quella data difficoltà. Suo fulcro è l'induzione, che «completa il precetto dell'ordine costruendo classi di equivalenza concettuale nelle quali risolvere la recensione dei dati di un problema»¹⁹⁹. Là dove è necessario ricostruire

196 *Ibid.*, p. 387.

197 *Ibid.*, p. 388.

198 *Ibid.*, p. 389.

199 D. Donna, *Induzione ed enumerazione in Descartes. Metodo dimostrativo e scoperta scientifica*, in *Dianoia*, vol. 15, 2010, pp. 121-145: p. 124.

attraverso un catalogo la completezza della scienza, infatti, l'induzione permette di confermare l'evidenza della intuizione singola o la certezza della deduzione, ridotta a sua volta all'evidenza, anche in un ambito in cui la scienza si complica. L'induzione riduce il molteplice raccolto nell'enumerazione all'unità dell'idea chiara e distinta; essa opera in quei casi in cui la completezza comporta uno studio complesso e più disperso che l'intuizione non riesce più a gestire, né la deduzione a ordinare.

Infatti – scrive Descartes – tutte le cose che abbiamo dedotte immediatamente le une dalle altre, se l'illazione è stata evidente, sono infine ridotte ad una vera intuizione. Se invece inferiamo *una singola cosa a partire da molte cose disgiunte*, spesso la capacità del nostro intelletto non è tale da poterle abbracciare tutte con una sola intuizione; in tal caso deve bastargli la certezza di questa operazione»²⁰⁰,

che permette l'evidenza alla conoscenza completa. L'esempio della catena torna in aiuto al filosofo: spesso non è possibile «distinguere con un solo sguardo tutti gli anelli di una catena piuttosto lunga – scrive –; nonostante ciò, tuttavia, se avremo visto la connessione di ciascuno con i più vicini, ciò sarà sufficiente»²⁰¹. L'induzione raccoglie quelle connessioni e le riconduce a classi concettuali attraverso cui diventa possibile rendere certa tutta la concatenazione.

L'induzione trova sia quei dati unitari, sia i rapporti tra le singole cose di un fenomeno complesso, là dove la deduzione non arriva ad operare, attraverso un movimento del pensiero che salva l'evidenza; se «omettiamo qualcosa – ci ammonisce Descartes – di minimo, la catena è interrotta e tutta la certezza della conclusione vacilla», se «non distinguiamo tra le singole cose [...] conosciamo il tutto soltanto in modo confuso»²⁰²: sono ancora la chiarezza e distinzione i criteri fondamentali nella scienza. L'induzione, infatti, stabilisce nell'esame completo la validità del fondamento

200 *Regulae ad directionem ingenii*, VII, AT X, p. 389. Il corsivo è mio.

201 *Ibid.*

202 *Ibid.*, p. 390.

dell'idea chiara e distinta; e permette di conoscere i fenomeni più complessi.

L'induzione opera attraverso funzioni di raccolta, catalogazione, controllo e collegamento; la molteplicità del reale, le varietà, le rarità, da un lato, gli artifici meravigliosi e le anamorfosi ingannevoli, dall'altro, tra le altre cose, compongono queste raccolte che il metodo cataloga attraverso l'induzione, ricollegandole, cioè, all'idea chiara e distinta che a seconda dei casi ne è a fondamento: la scienza, pertanto, è unitaria anche in quei percorsi limite (gli esempi lo indicano) che mettevano sotto scacco la modernità. Le diverse esperienze ordinate dal metodo rientrano, così, nella conoscenza certa.

Le enumerazioni che si compiono, inoltre, possono variare a seconda dei casi ed essere talvolta complete, talvolta distinte, talvolta sufficienti. Il testo è illuminante: l'enumerazione, scrive Descartes,

deve essere talvolta completa, talvolta distinta, mentre altre volte non c'è bisogno di nessuna delle due cose; per questo è stato detto soltanto che deve essere sufficiente. Infatti, se voglio provare per enumerazione quanti generi di enti sono corporei, o in quale maniera cadono sotto i sensi, non asserirò che sono tanti [...] se prima non avrò saputo per certo di averli compresi [...] e di aver distinto le singole cose l'una dall'altra. Se però voglio mostrare con questa stessa via, che l'anima razionale non è corporea, non sarà necessario che l'enumerazione sia completa, ma sarà sufficiente – se riesco a raccogliere insieme tutti i corpi in un certo numero di gruppi – che io dimostri che l'anima razionale non può essere attribuita a nessuno di questi. Infine, se voglio provare [...] che l'area del cerchio è maggiore di tutte le altre figure il cui perimetro sia uguale, non è necessario passare in rassegna tutte le figure, ma è sufficiente dare dimostrazione di ciò per alcune in particolare²⁰³.

Questo testo, infatti, offre una lettura filosofica della scienza di straordinaria densità

203 *Ibid.*, p. 390.

concettuale, in cui il metodo offre una via di affrontare condizioni diverse. Esso stabilisce, infatti, una prova di completezza nei casi in cui le enumerazioni sono passate al vaglio dell'idea chiara e distinta. Ma anche una prova di falsificazione nei casi in cui l'induzione, concentrandosi su un dato singolo, permette di verificare che una certa verità non può essere smentita dai dati raccolti. E infine una prova di sufficienza sperimentale. L'induzione, pertanto, evidenzia un itinerario scientifico che permette una concettualizzazione completa del reale.

Inoltre, l'enumerazione deve essere ordinata in quanto «non c'è rimedio più efficace per i difetti già elencati che esaminare tutte le cose con ordine»²⁰⁴; non si tratta, tuttavia, di una semplice giustapposizione di singolarità, né di una disposizione di varietà accumulate o di esperienze ammassate, perché l'esame di esse «una per una» risulta impossibile. L'ordine, infatti, consiste nel disporre quelle varietà enumerate «in modo che siano raggruppate [...] entro classi determinate», affinché anche nella ricerca più complessa e variegata («immensa», secondo la definizione di Descartes) sia possibile ordinare le diversità, collegarle a quei concetti chiari e distinti, senza «ripassare mai inutilmente due volte su nulla»²⁰⁵. Ricondurre gli oggetti dell'esperienza a classi determinate dall'ordine razionale, dunque, è un esercizio intellettuale²⁰⁶ con cui si ordinano le varietà dell'oggetto in insiemi che l'intelletto riconduce all'idea chiara e distinta.

L'induzione trasforma in sintesi la serie delle cose, le raccolte di oggetti, le enumerazioni dei fenomeni e le diverse esperienze secondo l'ordine intellettuale: «tale ordine [...] può essere vario, e dipende dall'arbitrio di ognuno»²⁰⁷, scrive Descartes, poiché dipende dall'acume della mente che si esprime nella deduzione e nell'intuizione²⁰⁸. L'esempio dell'anagramma ne chiarisce la funzionalità, poiché mostra

204 *Ibid.*

205 *Ibid.*, p. 391.

206 Si veda M. Spallanzani, *L'Arbre et le Labyrinthe. Descartes selon l'ordre des Lumières*, Paris, Champion, 2011, p. 22, «l'induction cartésienne devient l'acte intellectuel qui contracte la multiplicité des choses dans les classes certaines d'équivalence épistémique».

207 *Regulae ad directionem ingenii*, VII, AT X, p. 391.

208 Descartes fa risalire questo ordine arbitrario non alle esperienze sensibili, né all'immaginazione di alcuno, bensì alle operazioni che il dettato della quinta Regola suggerisce quale somma dell'attività

come sia necessario, di fronte ad una varietà incomprensibile, distribuire il numero delle unità combinatorie «in determinate classi in modo tale che appaia subito in quali ci sia maggior speranza di trovare ciò che si cerca»²⁰⁹. Sostituito ai formalismi tradizionali, l'ordine dell'ingegno riduce la conoscenza al primato del metodo che, di fronte alla molteplicità del reale, ne comprende la varietà entro insiemi che nei fenomeni più complessi ricostruiscono il contesto attorno alle evidenze della ragione.

La raccolta dei dati, infatti, diventa il primo passaggio di una doppia operazione che si completa nella scrittura di quei dati in griglie concettuali che l'ingegno riordina a seconda del proprio percorso di indagine: *ex arbitrio*, recita il testo delle *Regulæ*, ovvero in una disposizione che non segue la casualità delle ricerche curiose, bensì si caratterizza per l'acutezza della mente resa attenta e perspicace dalle operazioni intellettuali. Strumento conoscitivo di grande efficacia, dunque, la classe rende chiara l'operatività sperimentale cartesiana là dove stabilisce uno spazio di relazione tra oggetti separati e varietà disgiunte, in una applicazione delle operazioni e dell'evidenza intellettuale all'esperienza, nella costruzione di una scienza vera. L'esperienza, in conclusione, appartiene alla scienza del metodo in quanto è ordinata, attraverso le operazioni che le regole esplicitano, all'evidenza intellettuale e all'idea chiara e distinta.

1.C. Esempi di operatività della *Mathesis*

Le *Regulæ* successive presentano «in particolare le cose che qui sono considerate in generale»²¹⁰. Descartes propone alcuni esempi pratici della teoria esposta finora, a dimostrazione che il metodo è utile nella scoperta di nuove cose, «anche se sembra che ci vietino semplicemente l'indagine su alcune cose»: l'osservazione delle regole, infatti, permette una conoscenza evidente in qualunque scienza, senza doversi abbandonare alla

umana necessaria per districarsi nel labirinto del reale; in questo testo, infatti, si sottolinea come l'acume della mente sia l'unico a definire l'ordine e la disposizione delle cose e come esso si costruisce attraverso riduzioni graduali di proposizioni oscure a quelle più semplici (deduzione) e l'intuizione delle più semplici per risalire alla complessità iniziale. Cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, V, AT X, p. 379.

209 *Regulæ ad directionem ingenii*, VII, AT X, p. 391.

210 *Ibid.*, p. 392.

curiosità – «spingere oltre la curiosità»²¹¹, scrive Descartes. Nell'anaclastica, infatti, egli indica l'operatività delle *Regulæ* in un esempio scientifico e la ricostruzione del problema segue l'ordine metodico: la determinazione della linea nella proporzione tra gli angoli (*Regulæ* V e VI) è il fine a cui si riordina la questione, l'impossibilità di trovare tale rapporto con la sola matematica (*Regula* II), con le conoscenze dei filosofi, con l'esperienza o con le congetture (*Regula* III), i limiti della ricerca, la necessità di unire la fisica alla matematica (*Regula* I), la via della scienza, l'intuizione della luce (*Regula* III) e l'enumerazione delle sue proprietà (*Regulæ* V e VII), l'ordine della scoperta.

Nell'esempio della conoscenza, le facoltà dell'ingegno sono ridotte all'ordine e all'unità dell'intelletto, «nulla – scrive Descartes – può essere conosciuto prima dell'intelletto, dal momento che da esso dipende la conoscenza di tutte le altre cose»²¹². L'immaginazione, la sensazione e la memoria, sono strumenti di esperienze conoscitive: tutto viene ridotto all'ordine operativo e unitario dell'intelletto. Nell'ordine dell'intelletto si bandiscono tutte quelle forme di conoscenza che arricchiscono e riempiono la memoria, che fanno sembrare più dotti, che confondono e nutrono le dispute, che stupiscono, che dirigono l'interesse alle cose più difficili. Pseudo-scienze inutili e fuorvianti. L'ordine del metodo sostituisce alla meraviglia per le rarità e le particolarità e allo stupore per l'erudizione, condizione di una ricerca incerta, faticosa ed erronea, la linearità delle operazioni intellettuali, vero esercizio di chiarezza, distinzione ed evidenza: espressione di una scienza vera, dunque.

Da un lato l'ordine del metodo Descartes assicura la possibilità di conoscere tutto il reale, poiché i limiti che le *Regole* impongono permettono di ordinare la vastità delle cose all'evidenza dell'idea chiara e distinta.

Non è un'impresa immensa – scrive – il voler abbracciare col pensiero tutte le cose contenute in questo mondo, per riconoscere in che modo le singole cose siano soggette all'esame della nostra mente; infatti non

211 *Ibid.*, VIII, AT X, p. 393.

212 *Ibid.*, p. 395.

può esserci nulla di così complesso o scomposto, che non possa venir circoscritto entro limiti ben determinati mediante quell'enumerazione [...] e che non possa essere ricondotto entro un numero limitato di classi.²¹³

La scienza di tutte le cose è resa possibile dall'ordine del metodo, che circonda attraverso l'enumerazione le varietà naturali e le riconduce all'evidenza dell'idea chiara e distinta.

Dall'altro lato l'intelletto opera tra gli strumenti dell'ingegno: «può essere aiutato o ostacolato [...] dall'immaginazione, dal senso e dalla memoria. Si deve quindi vedere con ordine per quali cose ciascuna di queste facoltà costituisca un ostacolo [...] o sia utile»²¹⁴. Ordinando le diverse istanze che davano il via alle forme del sapere tradizionale o rinascimentale all'unità scientifica del metodo.

Le *Regulæ* propongono esempi chiarificatori: il lavoro dell'artigiano, la forza magnetica e la bilancia nella *Regula IX*, l'artigianato e la dialettica nella *Regula X*. Esempi di ordine e di unità, veri e propri percorsi metodici: la perspicacia degli artigiani che distinguono le piccole cose di cui si occupano, senza disperdere il pensiero, vera e propria evidenza tradotta nel lavoro manuale, infatti, mostra l'abilità della scienza metodica nel suo esercizio. L'esempio del magnete, in cui occorre non fermarsi alla difficoltà dell'oggetto, ma individuare le idee chiare e distinte mediante cui conoscerne le proprietà, annulla la rilevanza scientifica di costruire il sapere sulla meraviglia per una «potenza naturale [...] che passa] a un luogo lontano istantaneamente e attraversando ciò che c'è nel mezzo»²¹⁵, riducendo la scienza all'esame ordinato dei moti locali e alla distinzione tra i corpi e la potenza. Si evita, perciò, di rivolgersi all'influsso degli astri, conoscenze oscure e inutili, oppure, là dove si indaga come «un'unica causa semplice [...] produca contemporaneamente effetti contrari, non prenderò dai medici farmaci che espellono certi umori [...]; non vaneggerò sulla luna, che riscalda [...] e

213 *Ibid.*, p. 398.

214 *Ibid.*, pp. 398-399.

215 *Ibid.*, p. 402.

rinfresca con una qualità occulta: ma guarderò una bilancia»²¹⁶. Alle arti magiche e oscure che erano fiorite nel Rinascimento, da un lato, e ai vincoli dei dialettici dall'altro, dunque, Descartes sostituisce una scienza ordinata sulle operazioni evidenti dell'intelletto: ogni esperienza deve essere ridotta alla chiarezza della ragione, non può valere se si presenta confusamente.

La *Regula XI* ritorna sulle azioni dell'intelletto, esponendo ancora le caratteristiche dell'intuizione in rapporto alla deduzione e all'enumerazione, «l'illazione che riunisce molte cose separate»²¹⁷. L'enumerazione e l'intuizione, infatti, giovano alla mente e si completano «al punto che sembrano riunirsi in una sola attraverso un movimento del pensiero che intuisce attentamente le singole cose e simultaneamente passa ad altre»; l'induzione, pertanto, è strumento utile «per conoscere con maggior certezza la conclusione [...] e per rendere la mente più atta a trovarne altre»²¹⁸:

così – aggiunge Descartes – se mediante numerose operazioni avrò conosciuto quale sia il rapporto tra le grandezze prima e seconda, poi tra la seconda e la terza, e ancora tra la terza e la quarta, e infine tra la quarta e la quinta, non per questo vedo quale sia tra la prima e la quinta, né posso dedurlo da quelli già conosciuti, se non me li ricordo tutti; per la qual cosa sarà necessario ripercorrerli tutti con rinnovato pensiero – ovvero con un'operazione intellettuale nuova: l'induzione; nuova perché si accosta all'intuizione e alla deduzione che hanno conosciuto quei rapporti, e all'enumerazione che li ha accumulati –, finché non passerò così velocemente dal primo all'ultimo, che, non lasciando quasi nessuna parte alla memoria, mi sembrerà di intuire l'oggetto tutto insieme²¹⁹.

Bellissima descrizione di una scienza completa, tutt'altro che limitata ad un

216 *Ibid.*, pp. 402-403.

217 *Ibid.*, XI, AT X, p. 407.

218 *Ibid.*, p. 408.

219 *Ibid.*, p. 409.

razionalismo contrapposto all'esperienza, ma che ricostruisce ogni esperienza come esperienza intellettuale. La complessità della conoscenza scientifica con cui si ordinano alcuni rapporti di dipendenza opera facilmente là dove ricerca quale sia «la causa per cui, se sono date solamente la prima e la seconda, posso trovare la terza e la quarta»²²⁰, ma difficilmente nei casi in cui alcuni passaggi manchino nell'itinerario della ricerca. In tal senso l'operatività del metodo mostra la via necessaria con cui studiare quel rapporto spezzando ogni difficoltà in unità da ricondurre a concetti, da ordinare in classi di equivalenza e da riordinare all'evidenza dell'idea chiara e distinta. E riflettendo su che cosa sia più o meno relativo, il metodo rende possibile una scienza completa, che abbia i propri limiti solo là dove l'intelletto non può giungere.

La *Regula XII* riassume questa parte e ordina le facoltà dell'ingegno all'operatività dell'intelletto, «in modo tale che nessuna parte dell'attività umana sia trascurata»²²¹: ogni esperienza scientifica è intellettuale e metodica. L'attività umana, infatti, riguarda facoltà diverse e distinte tra loro che trovano un'unità e compongono una scienza complessa ordinata all'evidenza della ragione. Nella *Regula* Descartes mostra l'unità delle varie facoltà sotto l'ordine della ragione, attualizzando il tema della *Regula I* e mostrandone le condizioni nella conoscenza di tutte le cose, ovvero di «ciò che si presenta spontaneamente [...], poi in quale modo una singola cosa venga conosciuta a partire da un'altra e infine quali cose si possono dedurre l'una dall'altra»²²². La conoscenza sensibile, infatti, consiste nella ricezione di una modificazione fisica che si collega ad una figura concettuale: i colori sono ridotti ad una figura, «guardandoci dall'ammettere qualche nuovo ente [...], non negheremo invero del colore quel che ad altri fa piacere, ma semplicemente faremo astrazione da ogni altra cosa, tranne da ciò che per sua natura è figura, e concepiremo la differenza che c'è [...] come quella tra queste figure»²²³. Se da un lato il metodo di Descartes non cancella le caratteristiche

220 *Ibid.*, p. 409.

221 *Ibid.*, XII, AT X, p. 410.

222 *Ibid.*, p. 411.

223 *Ibid.*, p. 413. Si veda anche J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise*, cit., p. 118, «la *figura* fonde son privilège en deux moments [...], la sensation se précise immédiatement en étendue, c'est-à-dire en figuration [...], où la chaleur, le froid, le coloré, le suave ou l'amer [...] reconnaissent leur premier et

esteriori dei colori, tuttavia ne riduce le diversità all'ordine geometrico, alle categorie concettuali. La scienza, infatti, astrae da queste qualità e si costruisce su un ordine differente, a cui tali qualità sono ricondotte e riordinate; «lo stesso può esser detto di tutto»²²⁴, aggiunge Descartes, in una riduzione del mondo e della natura, delle qualità a segni, all'idea chiara e distinta, all'evidenza intellettuale. Oggetto della sensazione, la varietà della natura è ridotta alla variazione intellettuale, commisurata all'evidenza delle azioni mentali: l'eterogeneità del reale, dunque, è trasformata nel processo di conoscenza in rapporti intelligibili. Similmente, poi accade per le altre facoltà i cui oggetti vengono uniti a «figure o idee»²²⁵, ed esse sono riordinate all'unità intellettuale.

Quell'unità delle scienze, tematizzata dall'unità dell'intelletto con cui le *Regulae* si aprivano, infatti, trova qui il proprio compimento nell'unità delle molteplici facoltà che si riconducono all'intelletto. La scienza, così, diventa un'applicazione delle diverse facoltà secondo l'ordine dell'intelletto e una conoscenza evidente delle varietà naturali²²⁶. L'esperienza delle *Regulae*, pertanto, è un'esperienza intellettuale: le raccolte sono enumerazioni, le esperienze sono aiuti al percorso deduttivo, gli esperimenti sono validi solo se compresi nella verità della ragione di chi li compie.

Le *Regulae* seguenti, infine, mostrano l'operatività del metodo nella scoperta di nuove cose a partire dal molteplice e dalle cose connesse tra di loro, applicando la *Mathesis* in ambiti complessi, là dove si utilizzano le varie facoltà umane nell'ordine intellettuale e si coglie l'unità all'interno di oggetti di cui certi termini sono conosciuti e altri ignoti:

immédiat support [...]; mais ici la figure ne devient “conception... commune et simple” [...] qu'au prix d'une évidente et violente réduction, l'abstraction simple réduisant à la mesure tout objet sensible, et le considérant comme non sensible “nous y faisons abstraction de toute autre chose, que sa nature de figure [...]”. Or le résidu non étendu de l'abstraction, que la *figura* ne peut consigner en elle, Descartes ne peut que le reconnaître comme tel [...]; mais précisément, ce résidu proprement non étendu peut se traiter, aussi bien en termes d'étendue [...] la figure permet non plus seulement une abstraction, mais une transcription».

224 *Regulae ad directionem ingenii*, XII, AT X, p. 413. Si veda anche L.J. Beck, *The Method of Descartes. A Study of the Regulae*, cit., pp. 230-239.

225 *Ibid.*, p. 414.

226 Cfr. *ibid.*, p. 418: le cose complesse, infatti, si riducono alle semplici al fine di essere conosciute, ovvero a «quelle cose la cui conoscenza è così perspicua e distinta, che non possono essere divise dalla mente in cose conosciute più distintamente: sono tali la figura, l'estensione, il movimento».

l'oggetto di studio si complica, ma l'ordine non cambia.

§ 2. *Quattro precetti facili e semplici*

2.A. «*Plus en Pratique qu'en Théorie*»

Contratto nei quattro precetti della seconda Parte, il metodo del *Discours* è il riassunto operativo delle *Regulae ad directionem ingenii*: un metodo che trasforma la profondità della riflessione epistemologica nella pratica scientifica del soggetto. Si tratta di un metodo «*plus en pratique qu'en théorie*»²²⁷, come scriverà a Mersenne a proposito del titolo dell'opera pubblicata nel 1637. In essa, infatti, posti i precetti del metodo, «l'esatta osservazione di questi pochi precetti che avevo scelto – scrive – mi diede una tale facilità a sbrogliare tutti i quesiti attorno cui si estendono queste due scienze [le matematiche]»²²⁸ e a risolverne tanti altri concernenti diversi ambiti scientifici; gli *Essais* sono lì a dimostrarlo: «senza il metodo – infatti – non sarebbe stato possibile trovare ciò che i saggi contengono [...], per loro mezzo, è possibile conoscere quanto esso valga»²²⁹.

Le quattro regole, evidenza, analisi, sintesi ed enumerazione, sono regole di una scienza vera che, nell'isolamento della *poële*, l'io contrappone alle diverse scienze che il mondo di carta della Scuola e il gran libro del Mondo gli hanno mostrato. La prima parte del *Discours*, infatti, aveva presentato una critica alle vane speculazioni degli uomini di lettere, che la seconda parte completava: le esperienze nel Mondo, il confronto con le diverse condizioni scientifiche e la pratica evidente delle matematiche porta Descartes a stabilire un vero metodo «per giungere alla conoscenza di tutte le cose di cui il mio ingegno sarebbe stato capace»²³⁰.

La scienza vera che i precetti introducono è retta dall'evidenza intellettuale e

227 Descartes a Mersenne (Leida, verso il 20 aprile 1637), AT I, p. 349.

228 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 20. Si veda P. Costabel, *Démarches originales de Descartes savant*, Paris, Vrin, 1982, “La Mathématique de Descartes antérieure à la *Géométrie*”, pp. 27-37.

229 Descartes a Mersenne (Leida, verso il 20 aprile 1637), AT I, p. 349.

230 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 17.

dall'ordine intellettuale dell'analisi, della sintesi e dell'enumerazione. Si tratta di una pratica scientifica ordinata all'evidenza della ragione e alle operazioni intellettuali che le *Regulae* avevano definito: le diverse scienze, così, sono ordinate dalla scienza del metodo che applica i propri precetti ad esse. Il metodo permette «di utilizzare in ogni cosa la mia ragione – scrive nel *Discours* – [...] quanto meglio potevo» e, non essendo «limitato ad alcuna particolare materia, [...] applicarlo ai problemi delle altre scienze in maniera tanto vantaggiosa quanto a quelle dell'algebra»²³¹. Condensata nell'evidenza e nell'ordine, pertanto, la scienza del metodo è la riduzione delle diverse scienze alle condizioni di verità. Tutto si riduce ai criteri e all'operatività del metodo, esercizio vero della conoscenza.

La chiarezza e la distinzione sono le condizioni epistemologiche della conoscenza, la precipitazione e la prevenzione gli errori da evitare, il dubbio lo strumento di controllo: solo l'evidenza si presenta come il criterio della scienza. L'analisi e la sintesi indicano le condizioni di messa in evidenza e di messa in ordine, dividendo «le difficoltà [...] in piccole parti» e «risalendo alla conoscenza dei più composti»²³². Inoltre, la terza regola smonta completamente la linearità della tradizione, esercitando l'ordine «anche tra quelli in cui gli uni non precedono naturalmente dagli altri»²³³, ovvero presentando le condizioni della reversibilità delle cause, in un percorso più complesso rispetto all'unidirezionalità della tradizione e ordinato sulla ragione. Infine l'importanza di

231 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 21. È importante ricordare che le matematiche, per quanto il loro oggetto sia vero, non sono che un modello del metodo cartesiano, che, tuttavia, eredita da quelle il corretto operare dell'intelletto, non riduce gli oggetti delle diverse scienze alla matematica. È lo stesso metodo costruito sull'evidenza intellettuale, infatti, ad assicurare le matematiche, non l'inverso: «car enfin la méthode qui enseigne à suivre le vrai ordre, et à dénombrer exactement toutes les circonstances de ce qu'on cherche, contient tout ce qui donne de la certitude aux règles d'arithmétique» (*Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 21). È su questo ruolo del metodo che si può ritenere impossibile costruire un Descartes filosofo dell'uguaglianza delle anime: benché le prime pagine del *Discours* lo possano ventilare («le bon sens ou la raison est naturellement égale en tous les hommes»), la conoscenza si sviluppa non dal semplice fatto di avere una ragione ben costruita da Dio, bensì che sia anche ben esercitata dall'uomo («ce n'est pas assez d'avoir l'esprit bon, mais le principal est de l'appliquer bien») (*Discours de la Méthode*, I, AT VI, p. 2).

232 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 18.

233 *Ibid.*, pp. 18-19.

compiere «enumerazioni intere e revisione complete da [...] non omettere nulla»²³⁴.

Nella reversibilità dell'ordine la scienza non è più limitata agli universali o alle condizioni aprioristiche, ma si apre alle ipotesi, alle esperienze con cui supporre un ordine anche nei casi più complessi e variegati. Diventa necessaria quell'apertura alla pratica che la conclusione della seconda parte sottolinea: l'applicazione del metodo, infatti, stabilisce anche la necessità di «raggiungere un'età più matura» e la necessità di «sradicare dalla propria mente le cattive opinioni» e soprattutto di «raccolgere diverse esperienze, per farne in seguito la materia dei miei ragionamenti»²³⁵, scrive.

La pratica del metodo è fondamentale per evitare i principali rischi che si corrono nella scienza, precipitazione, ovvero l'accumulo troppe nozioni e la ricerca di oggetti troppo complicati per la foga di accrescere il proprio sapere, e prevenzione, ovvero il fondamento della conoscenza non sulla certezza delle idee, bensì sulle opinioni degli Antichi. La necessità di praticare il metodo, pertanto, diventa un esercizio che libera la scienza dagli errori e si apre uno spazio sperimentale di confronto e di riduzione delle varietà alla conoscenza evidente.

Se la seconda parte presenta la teoria del metodo e indica la via per costruire una scienza vera, è la sesta parte²³⁶ a mostrare la pratica della conoscenza, a declinare il rapporto tra metodo ed esperienza, riassumendo quei percorsi conoscitivi che la quarta parte su Dio fondava e che la quinta parte sul mondo e sull'uomo dimostrava. Nella sesta parte, infatti, Descartes riassume la pratica scientifica nell'ordine del metodo: là dove ha messo «alla prova in alcuni problemi particolari» le nozioni acquisite della fisica, riordinando le scienze e sperimentando le diversità che si presentano agli studi. Il fine del metodo non si propone di ricostruire una logica della conoscenza, bensì di «procurare [...] il bene generale dell'umanità», «di pervenire a conoscenze che siano utili alla vita» e che permettano di trovare, «al posto di questa filosofia speculativa che

234 *Ibid.*, p. 19.

235 *Ibid.*, p. 22.

236 Per studi diversi sulla divisione delle parti del *Discours*, si veda G. Gadoffre, *La chronologie des six parties*, in *Le Discours et sa Méthode*, Colloque pour le 350° anniversaire du *Discours de la Méthode*, publié sous la direction de N. Grimaldi e J.-L. Marion, Paris, PUF, 1987, pp. 19-40. E.M. Curley, *Cohérence ou incohérence du Discours?*, in *Le Discours et sa Méthode*, cit., pp. 41-64.

si insegna nelle scuole [...] una filosofia pratica mediante cui, conoscendo la forza e le azioni del fuoco, dell'acqua, dell'aria, degli astri, dei cieli e di tutti gli altri corpi che ci circondano [...] possiamo impiegare la conoscenza nello stesso modo agli usi che sono loro propri, e anche a renderci padroni e possessori della natura»²³⁷. Il metodo è invenzione e il suo valore è subordinato ad una pratica utile per il bene dell'uomo, per «conservare la salute», scrive, in una interrelazione tra corpo e mente così forte da rendere evidente che la salute del corpo favorisce l'esercizio intellettuale, la conoscenza scientifica e la pratica morale²³⁸.

Applicazione delle operazioni intellettuali alla pratica scientifica, il metodo ordina la scienza sulla concatenazione delle ragioni: ogni progresso sarà contenuto nella concatenazione lineare in cui «gli ultimi cominceranno dove i precedenti saranno giunti»²³⁹; se l'effetto, infatti, è prodotto dalla causa, che la ragione spiega e conosce, tuttavia non è solo il principio causale a strutturare la scienza. La scienza cartesiana, infatti, non è costruita solamente come espressione della linearità causale, ma sulla capacità della ragione di individuare le relazioni tra le cose. In tal senso, quindi, la causa è la ragione, ovvero definisce la concatenazione scientifica nell'ordine intellettuale. Questa teoria moderna della causa²⁴⁰, ordina la scienza alla ragione. Se da un lato,

237 *Discours de la Méthode*, VI, AT VI, pp. 61-62.

238 *Ibid.*, p. 62, «principalement aussi pour la conservation de la santé, laquelle est sans doute le premier bien, et le fondement de tous les autres biens de cette vie: car même l'esprit dépend si fort du tempérament, et de la disposition des organes du corps, que, s'il est possible de trouver quelque moyen qui rende communément les hommes *plus sages et plus habiles* [...], je crois que c'est dans la médecine qu'oïn doit le chercher» (corsivo mio).

239 *Ibid.*, p. 63.

240 È Descartes il primo a fare della causa un principio di ragione: l'indipendenza di ogni operazione cognitiva ha nella sua causa non oggetti *extra animam*, bensì la ragione stessa (cfr. A. Funkenstein, *Theology and the Scientific Imagination from the Middle Ages to the Seventeenth Century*, Princeton, Princeton University Press, 1986, chap. III. D, "Descartes, Eternal Truths, and Divine Omnipotence", p. 188). Infatti, Descartes esclude dalla *ratio causae* materia e forma, e ne dimostra l'univocità riconducendo la causa finale a quella efficiente: «non c'è niente nell'effetto *che non sia contenuto, formalmente o eminentemente, in una causa efficiente e totale*» (Descartes a Mersenne, Leida, 31 dicembre 1640; si vedano anche *Meditationes de prima philosophia*, III, AT VII, p. 40, «è manifesto per lume naturale che in una causa efficiente e totale ci deve essere almeno tanta realtà quanta ce n'è nell'effetto della stessa causa», e p. 49). L'equivalenza *causa sive ratio*, terreno di scontro per l'accusa di chi vedrà in essa un misconoscimento della differenza tra causa e ragione, che è stata posta nelle *Secundae Responsiones* («nulla res existit de qua non possit quæri quænam sit

quindi, è possibile conoscere gli effetti dalle cause, dall'altro lato si possono conoscere le cause a partire dagli effetti. Più che la causalità, infatti, Descartes è interessato a ristabilire la validità dell'ordine della ragione. Seguendo l'ordine naturale, regolare e determinato delle cose si possono «conoscere *a priori* tutte le diverse forme ed essenze dei corpi terrestri»²⁴¹; tuttavia, più si avanza nella conoscenza, più le esperienze sono necessarie e là dove l'effetto è complicato, la spiegazione *a priori* risulta manchevole e «occorre immaginarsela *a posteriori*, a partire dai loro effetti».

Come nella corrispondenza diventavano utili le raccolte, gli esperimenti e quelle osservazioni con cui si descrivono i fenomeni, senza «frapporvi alcuna ragione o ipotesi»²⁴², così anche nella sesta parte del *Discours* le esperienze sono necessarie per costruire la scienza. Qui Descartes stabilisce le condizioni di applicazione metodica all'esperienza: da un lato ricostruendo le conoscenze sull'evidenza della ragione, esaminando i diversi effetti e scendendo a conoscenze particolari, servendosi di esperimenti e risalendo dagli effetti alle cause, dall'altro ordinando le esperienze necessarie. Descartes, infatti, afferma di aver costruito le proprie conoscenze a partire da «principi, o cause prime» conosciute dall'ingegno e presenti ad esso.

Dopo questo ho esaminato – aggiunge – quali fossero i primi e più

causa cur existat. Hoc enim de ipso Deo quæri potest, non quod indigeat ulla causa ut existat, sed quia ipsa ejus naturæ immensitas est causa sive ratio, propter quam nulla causa indiget ad existendum», AT VII, pp. 164-165), era già presente nell'esperienza scientifica di Descartes: nella corrispondenza, infatti, egli descrive la propria necessità di applicarsi completamente ad ogni fenomeno, studiandolo «attraverso una lunga serie di diverse considerazioni [...]. Ne ho fatto l'esperienza da poco – aggiunge –, cercando la *causa* di quel fenomeno di cui mi scrivete [...] ho dovuto perciò interrompere ciò che avevo tra le mani per esaminare con ordine tutte le meteore [...]. Ora, però penso di poterne dare qualche *ragione*» (Descartes a Mersenne, 8 ottobre 1629, AT I, pp. 22-23; i corsivi sono miei). O, ancora, «voglio credere – scrive a proposito della curiosa corona di colori osservata da Mersenne attorno ad una candela – tuttavia che la *causa* ne deve essere attribuita agli umori dell'occhio [...]. Ciò posto penso di poterne rendere *ragione*» (Descartes a Mersenne, Amsterdam, 18 ottobre 1629, AT I, p. 83; corsivi miei). La stessa causa del male di Beekman, gli scriverà nella lettera dell'ottobre 1630, è un uso scorretto della ragione. Si vedano V. Carraud, *Causa sive ratio. La raison de la cause, de Suarez à Leibniz*, Paris, PUF, 2002. C. Giacon, *La causalità nel razionalismo moderno. Cartesio, Spinoza, Malebranche, Leibniz*, Milano, Bocca, 1954.

241 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 10 maggio 1632), AT I, p. 250.

242 Ibid., p. 251.

ordinari effetti che noi potessimo dedurre da queste cause [...]: i cieli, gli astri, la terra, e sulla terra l'acqua, l'aria, il fuoco, i minerali, e cose del genere che sono le più comuni tra tutte e le più semplici, e di conseguenza le più facili a conoscere;

inoltre, continua,

quando ho voluto scendere a quelle che erano più particolari, se ne sono presentate a me di diverse che non ho creduto fosse possibile all'intelletto umano di distinguere le forme o specie di corpi che sono sulla terra da un'infinità di altri che potrebbero esserci se così fosse stato il volere di Dio di metterveli; né di conseguenza renderle utili a noi, se non facendo precedere le cause dagli effetti, e servendosi di diversi esperimenti particolari.²⁴³

La difficoltà della scienza consiste proprio nel sapere che gli effetti particolari «possono essere dedotti in diversi modi e che, di solito, la più grande difficoltà è di trovare in quale modo dipende» dalle cause prime. A tal proposito, gli esperimenti sono lo strumento decisivo: a tal fine, scrive, «non conosco altro espediente che [...] cercare ancora qualche esperienza che sia tale per cui i suoi risultati siano diversi a seconda che lo si debba spiegare in un modo o che sia in un altro»²⁴⁴.

Inoltre queste esperienze sono ordinate dall'intelletto: «all'inizio [della conoscenza] è meglio servirsi di quelle che si presentano da sé ai nostri sensi [... piuttosto] che di ricercare le più rare e artificiose», scrive, perché quelle più rare sovente ingannano se «si ignorano le cause delle più comuni», inoltre «le circostanze da cui dipendono sono quasi sempre così particolari e dettagliate che è molto difficile definirle»²⁴⁵. La progressiva complicazione della conoscenza, infatti, si ordina sull'esperienza e sulla modellizzazione che viene prodotta. E l'ordine dell'esperienza è tutto metodico.

243 *Discours de la Méthode*, VI, AT VI, p. 64.

244 *Ibid.*, pp. 64-65.

245 *Discours de la Méthode*, VI, AT VI, p. 63.

All'inizio vi sono le esperienze più immediate e comuni, quelle che si presentano spontaneamente ai sensi, sfuggendo alle minuziosità e alle ricercatezze meravigliose che la cultura della curiosità aveva posto al centro del proprio interesse e stabilito come criterio fondamentale per ordinare la natura; poi vi sono le esperienze più complicate, frutto del progresso scientifico.

L'applicazione delle esperienze, delle osservazioni, lo studio delle varietà, la formulazione di ipotesi, infatti, si inserisce nell'ordine razionale che costruisce la scienza. Esse concorrono alla definizione di un ordine nei casi più complessi che si presentano.

2.B. Dall'esperienza all'esperimento. L'arcobaleno

Nell'ordine del metodo ogni esperienza, da quelle casuali e quotidiane e quelle compiute con uno scopo scientifico preciso, si trasforma in esperimento, ovvero in esperienza utile alla scienza. La determinazione dell'ordine permette di trasferire le conoscenze di oggetti noti a fenomeni ignoti. L'arcobaleno ne è l'esempio migliore: terreno di sfida con la scolastica, questo fenomeno celeste aveva interessato una lunga tradizione di filosofi, da ultimo anche Mersenne ne aveva scritto un piccolo saggio in cui riportava diverse teorie²⁴⁶.

Da «meraviglia della natura così notevole»²⁴⁷ esso è ridotto da Descartes alla conoscenza scientifica attraverso la pratica sperimentale del metodo²⁴⁸. E anche la richiesta di libri e di letture²⁴⁹, delle esperienze altrui, è ricondotta all'ordine della ragione. L'itinerario scientifico è interamente metodico: Descartes, infatti, enumera le difficoltà e le risolve separatamente. Se «non è stato il primo a fornire la misura esatta, è il primo a giustificare l'osservazione attraverso il calcolo»²⁵⁰, ovvero è il primo a

246 Si veda l'appendice III della *Correspondance du père M. Mersenne*.

247 *Les Météores*, VIII, «De l'arc-en-ciel», AT VI, p. 325.

248 Cfr. Descartes a Vatier (22 febbraio 1638), AT I, p. 559, «non ho nemmeno potuto mostrare l'uso di questo metodo nei tre trattati che ho dato [...]. Ne ho mostrato tuttavia qualche chiaro esempio nella descrizione dell'arcobaleno».

249 Si veda Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I, p. 84, in cui richiede un passaggio dei *Meteorologicorum Libri VI* di L. Froimond.

250 J.-R. Armogathe, *L'arc-en-ciel dans les Météores*, in *Le Discours et sa Méthode*, cit., pp. 145-162: p.

fornire una spiegazione scientifica inserendo il calcolo all'interno di una filosofia naturale diversa da quella tradizionale.

Il punto fondamentale, infatti, risiede nell'osservazione che l'arcobaleno non compare solo «nel cielo, ma anche nell'aria vicina a noi»: l'esperienza quotidiana delle fontane²⁵¹ lo mostra. Inoltre, egli giudica che il fenomeno dipende «dalla maniera in cui i raggi della luce agiscono su queste gocce». Il fenomeno viene fatto scendere dal cielo alla terra e l'enumerazione di gocce diverse riduce la strada della spiegazione non alla taglia, ma alla rotondità. A questo punto, commisurata la varietà ad un'unità concettuale, egli riproduce la condizione della goccia riempiendo «d'acqua una grande ampolla tonda e molto trasparente»²⁵². L'arcobaleno è così ricostruito in laboratorio nella goccia d'acqua.

Ordinata dai principi e dal ragionamento, l'esperienza quotidiana viene contratta dal metodo in un esperimento con cui si prova la conoscenza. Descartes compie delle prove, sposta a destra e sinistra la goccia, fa variare la distanza dalla goccia, ma constata che i veri cambiamenti avvengono solo quando al variare degli angoli di incidenza. Da questo induce la spiegazione: eliminando gli aspetti superflui e riducendo il fenomeno all'idea chiara e distinta. Gli esperimenti sono utili per trovare il giusto ordine di ragioni. Non si sostituiscono alla ragione, ma aiutano l'itinerario deduttivo in questo caso complesso: «la ragione si accorda così perfettamente con l'esperienza»²⁵³, scrive Descartes. Inoltre è la ragione a porre ordine nella massa di esperienze²⁵⁴, laddove manchi, infatti, la vera ragione, si sono accumulati gli errori del passato, tra cui quello di Maurolico: «ciò mostra – scrive Descartes – il poco credito che si deve dare alle osservazioni che non sono accompagnate dalla vera ragione»²⁵⁵. La ricostruzione dell'esperienza sotto l'ordine della ragione, infatti, trasforma in modello scientifico i fenomeni, ovvero in esperimenti

157.

251 Si tratta di un *topos* diffuso, lo stesso J.-R. Armogathe ne ricostruisce ottimamente le diverse istanze scientifiche. Si veda anche S. Werrett, *Wonders never cease: Descartes's Météores and the rainbow fountain*, in *The British Journal for the History of Science*, vol. XXXIV, 2001, pp. 129-147.

252 *Les Météores*, VIII, AT VI, p. 325.

253 *Ibid.*, p. 334.

254 Si veda la ricostruzione che ne dà Dan Garber, *Descartes and Experiment in the Discourse and Essays*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 288-310: p. 299.

255 *Les Météores*, VIII, AT VI, p. 340.

chiari ed evidenti.

La scienza cartesiana, dunque, è «la dimostrazione sperimentale completa di tutti i fenomeni della natura»²⁵⁶. L'esperienza, infatti, è collegata all'ordine di ragioni.

Trovo strana la conclusione del giudizio – scrive sbigottito – che mi avete inviato, e cioè che [...] i miei principi [...] non sono abbastanza confermati dall'esperienza [...]. Mi meraviglia, infatti, che nonostante abbia dimostrato in dettaglio quasi tante esperienze quante sono le righe dei miei scritti, e pur dando ragione nei miei *Principi* di tutti i fenomeni della natura, e avendo, con lo stesso mezzo, spiegato tutte le esperienze che possono essere condotte sui corpi inanimati [...] coloro che la seguono continuano ad obiettarci la mancanza di esperimenti.²⁵⁷

Le *Météores* mettono alla prova il metodo. L'esperienza riceve qui un importante sviluppo: essa non è solo accumulo o esperienza casuale, bensì operatività metodica. Ne sono esempio le osservazioni dei fiocchi di neve, la cui natura è ridotta alle leggi della fisica – «si sperimenta»²⁵⁸, scrive Descartes – e dalla cui visione si spiega la formazione della neve esagona. L'enumerazione dei diversi fiocchi²⁵⁹ è, infatti, una spiegazione della loro natura: «mi fu facile giudicare – scrive – che si erano formate nella stessa maniera di quelle lame, con la sola differenza che, siccome il vento le aveva premute molto meno e anche il calore era stato minore, le loro punte non si erano sciolte del tutto, ma soltanto un po' accorciate e arrotondate all'estremità a forma di denti»²⁶⁰. La spiegazione, infine, ripercorre lo studio meccanico che si esercita nella forza del vento e del calore.

256 É. Gilson, *Météores cartésiens et météores scolastiques*, cit., p. 134.

257 Descartes a X*** (Egmond-Binnen, giugno 1645), AT IV, pp. 224-225.

258 *Les Météores*, VI, “De la Neige, de la pluie et de la grele”, AT VI, p. 292.

259 Cfr. *ibid.*, p. 302.

260 *Ibid.*

2.C. Osservazioni, esperimenti e cataloghi. La corrispondenza

È la corrispondenza dei primi anni '30 a mettere in luce una riflessione sull'esperienza che il dialogo con alcuni interlocutori rende necessaria. Si tratta di una vera e propria battaglia intellettuale, quella combattuta da Descartes contro la sperimentazione dei corrispondenti. La lettera a Beeckman²⁶¹ del 17 ottobre 1630, da questo punto di vista, è fondativa, poiché in essa Descartes ricostruisce una logica dell'invenzione²⁶² con cui sostenere la validità delle proprie scoperte contro il tentativo del nederlandese di farle proprie. D'altro canto questa lettera si può affiancare ai brani delle numerose lettere che compongono la corrispondenza con Mersenne di questi anni, in cui la polemica è meno forte, ma pur sempre vivace.

Non si tratta, infatti, solo di un confronto di esperienze diverse, ma anche di una teoria sotto cui le esperienze vengono ricostruite e la scienza compiuta. La differenza si caratterizza in quel metodo che le *Regulæ* prima e il *Discours* poi esplicitano.

Le esperienze, osservazioni, storie e raccolte devono essere ridotte all'ordine del metodo, altrimenti sono inutili e fuorvianti. Nella lettera a Beeckman non fa che ripeterlo: le vere invenzioni, infatti, sono quelle «escogitate con la forza della sola intelligenza e la guida della ragione». Le altre, frutto delle condizioni casuali della «fortuna», per lo più costruite riordinando (o «elemosinando», secondo l'esempio cartesiano) il lavoro altrui, o vere e proprie raccolte degli scarti altrui, «pezzetti di vetro» confusi per «pietre assai preziose», sono condizioni di inutilità scientifica e frutto

261 La complessità e ricchezza della lettera del 17 ottobre merita uno studio a parte, per ora su Isaac Beeckman e sul suo rapporto con Descartes, si vedano K. van Berkel, *Descartes' debt to Beeckman. Inspiration, cooperation, conflict*, in S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, *Descartes' Natural Philosophy*, London-New York, Routledge, 2000, pp. 46-60; K. van Berkel, *Isaac Beeckman (1588-1637) en de mechanisering van het wereldbeeld*, Amsterdam, Rodopi, 1983; B. Gemelli, *Isaac Beeckman. Atomista e lettore critico di Lucrezio*, Firenze, Olschki, 2002. Lo stesso Gaukroger indica con precisione i “debiti” cartesiani non solo nell'influenza riguardante la filosofia naturale, ma presente in numerosi dettagli degli scritti giovanili, «we find a number of distinctive Beeckmanian idiosyncrasies: beginning sections with grand titles and moral ad biblical maxims, leaving blank pages [...], adding notes on personal matters to scientific papers, adding later marginal summaries», eccetera (S. Gaukroger, *Descartes. An Intellectual Biography*, cit., p. 223).

Si veda, infine, R. Arthur, *Beeckman, Descartes and the Force of Motion*, in *Journal of the History of Philosophy*, vol. 45, 2007, n° 1, pp. 1-28.

262 Cfr. G. Rodis-Lewis, *L'œuvre de Descartes*, Paris, Vrin, 1971, p. 180.

della «felice follia»²⁶³ a cui molta pseudo-scienza viene confinata. Le diverse forme della scoperta, dall'accumulo, all'esperienza, all'erudizione, alla fortuna, infatti, sono ridotte all'unità dell'ordine scientifico, quello garantito dall'operatività intellettuale: sotto di esso, infatti, alcune di queste forme sono espulse dalla scienza, mentre altre sono ristabilite nell'ordine della ragione. La verità non si acquista raccogliendo gli argomenti degli altri, bensì per l'esercizio della propria ragione: la conoscenza non dipende «dall'autorevolezza di qualcuno», ma dall'ordine delle «vere ragioni»²⁶⁴. È l'intelletto a definire l'utilità delle esperienze, come strumento di prova della scienza, delle osservazioni e delle raccolte, come strumento di completezza, ordinando la scienza non più alla casualità, ma all'evidenza.

In alcune lettere a Mersenne questa teoria dell'esperienza è ripresa, benché con un tono meno battagliero. In particolare là dove Mersenne gli presenta una lista di qualità, infatti, Descartes afferma che queste osservazioni rientrano nella catena di spiegazione intellettuale; è l'ordine razionale a esplicitare l'applicazione delle osservazioni: oltre all'accumulo di qualità, è necessario spiegarle, ovvero ridurle ad un ordine stabilito sull'unità, e «farlo non sarà così difficile come si potrebbe credere, poiché, una volta posti i fondamenti, esse ne conseguono da sole»²⁶⁵; è solo l'esercizio razionale a renderle operative e utili alla scienza²⁶⁶. Là dove Mersenne gli richiede un «modo per fare esperimenti utili», Descartes li sottometteva all'opera del «Verulamio», mettendo però in guardia dall'essere «troppo curiosi nella ricerca di tutti i minuti dettagli»: per prima cosa, infatti, è necessario compiere «raccolte generali di tutte le cose più comuni, che sono certissime e che si possono conoscere con facilità», per quanto concerne le altre esperienze, «più minute, è impossibile che non se ne facciano molte superflue, e anche false, se non si conosce la verità delle cose prima di farle»²⁶⁷, in una definizione della

263 Descartes a Beeckman (Amsterdam, 17 ottobre 1630), AT I, pp. 160-162.

264 Ibid., p. 158.

265 Descartes a Mersenne (Amsterdam, gennaio 1630), AT I, p. 109.

266 Non vi è traccia evidente di questa spiegazione delle qualità nel *Monde*, in cui Descartes si occupa solo del calore, durezza, flessibilità e poco altro. Tuttavia l'esercizio compiuto su queste mostra con chiarezza che cosa egli intendesse in queste righe.

267 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 23 dicembre 1630), AT I, pp. 195-196.

pratica scientifica ordinata dalla ragione. Anche le storie naturali e le raccolte sono uno spazio di pratica scientifica, ma «senza frapporvi alcuna ragione o ipotesi»²⁶⁸, restituiscono le quantità naturali che la ragione studia. Le esperienze aggiungono nuove conoscenze all'ordine della ragione. Si tratta di accessi diversi alla scienza che vengono ricondotti «al livello della ragione»²⁶⁹, la quale riduce queste pluralità all'unità della scienza metodica.

Le «ricerche e le osservazioni» degli altri sono utili, scrive Descartes a Villebressieu, poiché sono aiuti sperimentali di cui avvalersi per «scoprire le più belle cose della natura e [...] costruire una fisica chiara, certa, dimostrata e più utile di quella che si insegna comunemente»²⁷⁰. Contributo contro le imposture degli alchimisti e contro gli inganni della filosofia nuova, queste osservazioni si accordano con i ragionamenti e gli esperimenti meccanici di Descartes.

Nella corrispondenza, dunque, è già chiaro che gli esperimenti non sono pure giustapposizioni all'ordine teorico, bensì fanno parte di esso in quanto sono ordinate dalla ragione e acquisiscono validità scientifica da essa. La pratica scientifica non è separata dalla teoria, ma ordinata attraverso essa: la ragione costruisce una scienza completa.

2.D. Modelli, ipotesi e congetture e ragioni. L'ordine sistematico del metodo

La conoscenza scientifica è l'unificazione delle spiegazioni sotto l'ordine della ragione, secondo la catena causale, ma anche nella serie o attraverso l'enumerazione completa. È la ragione che tiene uniti i diversi accessi scientifici, connettendo i fenomeni diversi in un sistema unitario. Sotto il criterio dell'evidenza intellettuale «la spiegazione del mondo è un modello intelligibile del mondo»²⁷¹.

Se la conoscenza di singoli fenomeni ne spezza le catene in idee chiare e distinte, la spiegazione della natura passa attraverso la ricostruzione dei fenomeni in un'unità.

268 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 10 maggio 1632), AT I, p. 251.

269 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, p. 14.

270 Descartes a Villebressieu (Amsterdam, estate 1631), AT I, p. 216.

271 Th. Verbeek, *The invention of nature. Descartes and Regius*, in *Descartes' Natural Philosophy*, cit., pp. 149-167: p. 151.

Descartes impiega diversi strumenti intellettuali: la *fable*, l'ipotesi e i modelli. Lo scambio con l'artigiano Ferrier²⁷² ne mostra alcune caratteristiche; le leggi del seno e l'ordine epistemologico esplicitato nelle *Regulæ* delle leggi dell'ottica sono riorganizzati nella costruzione di un complesso strumento meccanico con cui molare lenti convesse, di cui Descartes disegna un modello e spiega il funzionamento di tutte le sue parti. Il sistema modellistico, infatti, trasforma le singole scoperte in un sistema meccanico coerente, ordinato e metodico.

Là dove l'epistemologia cartesiana alle sue origini era soprattutto l'abilità di risolvere problematiche singole e specifiche²⁷³ – secondo una modalità scientifica vicina alla concezione di Beeckman e di Mersenne; entrambi, infatti, saranno presi in contro tempo dalla nuova esigenza sistematica di Descartes²⁷⁴ –, le *Regulæ* propongono una struttura

272 Per il rapporto tra Descartes e Ferrier, si veda G. Belgioioso, *Descartes e gli artigiani*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, cit., pp. 113-165. Si veda anche W. Shea, *Descartes and the French Artisan Jean Ferrier*, in *Annali dell'Istituto e Museo di storia della scienza di Firenze*, vol. 7, 1982, n° 2, pp. 145-160.

273 Lo afferma Dan Garber, supportato dalla testimonianza del *Journal* di Beeckman e dagli interessi parigini di cui la corrispondenza di Mersenne ci rende edotti, «rien d'étonnant – scrive – à ce que la méthode esquissée en novembre 1619 et celle qui est développée pendant les dix ans qui suivent constituent une méthode destinée à résoudre des problèmes isolés. Pour employer la méthode, on doit se poser un problème spécifique [...]. Une telle méthode est la méthode pour une science consistant dans une série de questions particulières séparées les unes des autres, méthodes pour une science selon la conception de Beeckman» (D. Garber, *Descartes et la Méthode en 1637*, in *Les Discours et sa Méthode*, cit., pp. 65-87: p. 82). Recentemente a Parigi si è svolto un convegno proprio su queste tematiche.

274 Mersenne lo è là dove interroga Descartes su problemi complessi, ma isolati, a cui il filosofo risponde esigendo un sistema di ragioni concatenate: «invece di spiegare un solo fenomeno – scrive –, mi sono deciso a spiegare tutti i fenomeni della natura, vale a dire tutta la fisica» (Descartes a Mersenne, Amsterdam, 13 novembre 1629); Beeckman, là dove non ritiene che una scoperta provenga dalla forza della ragione nel determinarla, bensì sia un fatto isolato che si possa collezionare come se fosse disgiunto dal resto. È il senso di tutta la lettera inviata a Beeckman il 17 ottobre, in cui Descartes contrappone alla malattia dell'amico la saldezza della propria ragione, cioè l'accumulo delle conoscenze come modalità gnoseologica alla scoperta intellettuale: il manoscritto di Beeckman, infatti, svolge un ruolo fondamentale nell'epistola, spazio epistemologico («nel vostro manoscritto annotate la data in cui avete pensato ciascuna cosa, perché non capiti mai nessuno tanto impudente da voler attribuire a sé quel che abbia sognato una notte dopo di voi») e luogo di una conoscenza imperfetta («l'acqua è sempre acqua, ma ha un sapore sempre diverso se è bevuta dalla fonte piuttosto che da un vaso [...]. Qualunque cosa venga trasferita dal luogo in cui è nata in un altro, a volte ne guadagna, più spesso si guasta, mai però conserva tutte le caratteristiche originali» (Descartes a Beeckman, Amsterdam, 17 ottobre 1630, AT I, p. 160): il vaso contiene l'acqua così

della conoscenza, una fondazione sotto cui tutte le conoscenze si ricollegano. Un lavoro di sistematizzazione intellettuale, che si mostra con chiarezza una prima volta nel tentativo di rendere operative meccanicamente le leggi matematiche applicate alla Diottrica, e che si dà definitivamente nella corrispondenza che precede il *Monde*, allorquando Descartes passa da una «descrizione in generale degli astri, dei cieli e della terra» alla conoscenza delle «differenze essenziali»²⁷⁵ dei corpi terrestri: ovvero da una descrizione delle diverse qualità, in cui la conoscenza si occupa di fenomeni isolati, alle differenze essenziali tra i corpi, in cui lo studio mette in relazione le diversità specifiche in un sistema più ampio. È quello il momento in cui la decisione di non studiare un singolo fenomeno, bensì la fisica nel suo complesso, testimoniato dalla corrispondenza, si realizza e trova compiutezza. È il momento in cui l'induzione cartesiana è messa completamente in opera.

È la *Mathesis universalis* delle *Regulæ*, in quanto disciplina con cui «si fa oggetto d'esame l'ordine come pure la misura, senza che abbia importanza se tale misura è da cercare nei numeri, nelle figure, negli astri o nei suoni»²⁷⁶, pertanto, a realizzare l'unificazione tra i diversi fenomeni, riconducendoli ad unità di equivalenza concettuale, cioè disponendoli in un ordine epistemologico in cui le singole verità che il processo di analisi aveva smontato e definito sono stabilite in un sistema sintetico fondato razionalmente. Alle richieste dei corrispondenti cartesiani che le conoscenze scientifiche non siano solamente inserite nell'ordine della scoperta [*via et ordo inveniendi*], ma anche in un contesto, in un modello scientifico che le tenga coese, in un mondo ricostruito dalla ragione, Descartes risponde attraverso l'applicazione del proprio metodo. Nel febbraio 1638 scrive ad Antoine Vatier sulle supposizioni con cui ha

come il manoscritto contiene le scoperte raccolte), è realmente un luogo di accumulo e classificazione della conoscenza («guardate [...] il vostro manoscritto con attenzione [...], o mi sbaglio di molto, o non vi troverete nulla di vostro che sia più prezioso della rilegatura» (AT I, p. 161)), più simile alla follia di chi ha confuso qualche pietruzza racimolata nell'immondizia per pietre preziose «e [...] avendo trovato molte pietre tali, ne avesse riempito una cassa e si vantasse di essere ricchissimo e mostrasse il suo tesoro ostentando disprezzo per quello degli altri [...]. Non voglio certo paragonare il vostro manoscritto a questa cassa – aggiunge – ma mi è difficile pensare che possa contenere qualcosa che valga più di quei sassolini e pezzetti di vetro» (AT I, p. 162).

275 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 5 aprile 1632), AT I, p. 243.

276 *Regulæ ad directionem ingenii*, IV, AT X, p. 378.

iniziato i propri saggi, «quanto a ciò che ho supposto all'inizio delle *Météores* – scrive – non saprei dimostrarlo *a priori* senza pubblicare tutta la mia fisica; ma le esperienze che ne ho dedotte necessariamente, e che non possono essere dedotte allo stesso modo da altri principi, mi sembra lo dimostrino a sufficienza *a posteriori*»²⁷⁷, cioè attraverso una metodicità che diventa sistema nella misura in cui pone in ordine le singolarità analizzate: così, infatti, le supposizioni della *Dioptrique* e delle *Météores*, così come la *fable* del *Monde* e le ipotesi de *L'Homme*, acquistano un valore scientifico dapprima in quanto forzano il metodo alla scoperta e poi in quanto ordinano le scoperte all'interno di un modello scientifico unitario.

La differenza tra l'ordine della scoperta e l'ordine sintetico, con cui si ricostruisce il modello (o la catena, o l'albero) secondo l'ordine della realtà, ripercorre quell'alternanza tra metodo ed esperienza che la *Mathesis* trasformava in un'unità scientifica, in un punto di ordine²⁷⁸ entro cui i singoli problemi non sono abbandonati alla loro singolarità, ma trovano una misura e un ordine coerente. Nella scienza della *Mathesis* la modellizzazione delle verità d'analisi diventa un sistema ordinato, perché spezza le serie in evidenze singole e le dispone sia in un ordine con cui possono essere spiegate, sia in un ordine reale attraverso un modello meccanico. La scienza cartesiana non si limita né alle conoscenze intuitive e dimostrate *a priori*, né alle esperienze supposte o provate *a posteriori*, poiché attraverso l'induzione queste due operazioni si congiungono²⁷⁹ in una

277 Descartes a Vatier (22 febbraio 1638), AT I, p. 563.

278 Ne hanno scritto con precisione Dan Gaber e Lesley Cohen, a cui, tuttavia, è sfuggita la cogenza epistemologica della relazione tra analisi e sintesi, si veda D. Garber, L. Cohen, *A Point of Order: Analysis, Synthesis, and Descartes's Principles*, in *Archiv für Geschichte der Philosophie*, vol. 64, 1982, n° 2, pp. 136-147. Si veda anche M. Gueroult, *Descartes selon l'ordre des raisons*, Paris, Aubier – Montaigne, 1968, 2 voll., vol. I, pp. 15-29; pp. 355-360.

279 Cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, XI, AT X, p. 408. Nelle Risposte alle Seconde Obiezioni, in cui la distinzione tra analisi e sintesi è postulata (in risposta alla richiesta di porre le soluzioni proposte, «dopo aver premesso definizioni, postulati, ed assiomi [...], secondo l'ordine geometrico, in cui tanto siete versato, così che l'animo di tutti i lettori possa essere appagato come con un solo intuito e riempito dal nume divino in persona» (*Meditationes de prima philosophia, Objectiones Secundæ*, AT VII, p. 128)) nella diversa modalità di dimostrare la conoscenza, è evidente che quest'ultima risiede sotto il precetto dell'ordine, là dove l'analisi da un lato «mostra la vera via attraverso la quale la cosa è stata scoperta metodicamente e per così dire *a priori*», e la sintesi «al contrario, attraverso una via opposta, e indagata per così dire *a posteriori* [...], dimostra ben chiaramente le sue conclusioni e si serve di una lunga serie di definizioni, petizioni, assiomi, teoremi e problemi in modo da mostrare

completezza scientifica.

La *Mathesis* è il *trait d'union* tra i diversi lavori scientifici di Descartes, poiché unisce le operazioni intuitive dell'intelletto, quell'ordine determinato *a priori*, con le supposizioni, gli esperimenti, e le ipotesi, ovvero l'ordine immaginato *a posteriori*²⁸⁰. Stabilendo, in altri termini, quella connessione tra l'esperienza e la deduzione che era il progetto delle *Regulæ* e trasformando «tutte quelle conoscenze solamente probabili»²⁸¹ e respinte nell'opera incompiuta, in conoscenze evidenti attraverso l'operatività della ragione. L'attitudine scientifica cartesiana, infatti, si snoda in questa direzione, là dove, sia come premura retorica²⁸², ovvero come disposizione di un ragionamento in una scrittura, sia come esercizio scientifico²⁸³, ordina all'evidenza intellettuale una scienza

subito [... che] le conseguenze [... sono] contenute negli antecedenti» (*Responsio ad secundas objectiones*, AT VII, pp. 155-156).

280 Cfr. Descartes a Mersenne (Amsterdam, 10 maggio 1632), AT I, pp. 250-251. Di fatto, quest'ultima conoscenza è strettamente connessa alla prima, tanto da apparirne concatenata; «hypotheses were derived a priori from the principles of Cartesian Physics. Experiments might help decide between alternate a priori ways of 'deducing' phenomenon to be explained, but the hypotheses themselves were not derived from experiment or observed data» (B.J. Shapiro, *Probability and Certainty in Seventeenth-Century England*, cit., p. 45).

281 *Regulæ ad directionem ingenii*, II, AT X, p. 362.

282 Questo è l'atteggiamento del *Discours*, in cui nel primo stadio di presentazione delle conoscenze, Descartes assume delle supposizioni che poi intende dimostrare in corso d'opera, «solo perché si sappia – scrive – che penso di poterle dedurre dalle prima verità che ho sopra spiegate, ma che non ho voluto farlo proprio per impedire che certuni [*certaines esprits*], che non appena vengono loro dette due o tre parole si immaginano di sapere in un giorno quanto altri hanno pensato in venti anni, e che tanto più sono soggetti a sbagliare e tanto meno sono capaci di verità quanto più sono penetranti e vivi, non possano, di là, prendere spunto per elaborare qualche stravagante filosofia su quelli che credono essere i miei principi» (*Discours de la Méthode*, VI, AT VI, pp. 76-77). Dan Garber, correttamente, vede in questa prudenza quella «insistence that he is using hypothetical argument only as a convenient way of presenting his view without divulging its full foundations» (D. Garber, *Descartes on Knowledge and Certainty: from the Discours to the Principia*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione dell'opera, Parigi, 5-6 maggio 1994, Lecce, 10-12 novembre 1994, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 341-363: p. 361.

283 Si veda E. Lojacono, *L'attitude scientifique de Descartes dans le Principia*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, cit., pp. 409-433, in cui l'autore elenca, a partire dalla lettura dell'articolo 203 della IV parte dei *Principia* (AT VIII-1, p. 326), una breve lemmatizzazione di *conicere* (congetturare) in cui talvolta le deboli congetture sono respinte (cfr. Descartes a Mersenne, 25 febbraio 1630, AT I, p. 116; *Discours de la Méthode*, III, AT VI, p. 29), più volte, invece, indicano dei processi con cui condurre i nostri giudizi sulle cose (cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, XII, AT X, p. 424; *La Recherche de la Vérité*, AT X, p. 506; *Principia philosophiæ*, IV, art. 203, AT VIII-1, p.

attraverso ipotesi, supposizioni e conoscenze solo probabili.

«Si abbia la pazienza di leggere il tutto con attenzione – scrive Descartes a proposito dei propri *Essais* – e spero che ci si troverà soddisfatti»²⁸⁴, poiché l'ordine in cui le ragioni si susseguono rende evidente l'ordine della dimostrazione e quello della spiegazione che, condotto dalla ragione, «spiega gli effetti attraverso una causa per poi provare la causa attraverso gli effetti»²⁸⁵ senza che vi sia alcun circolo logico. Le supposizioni che stanno all'inizio dei percorsi di conoscenza, nella *Dioptrique*²⁸⁶, come esempio dello sviluppo deduttivo dai principi a priori, e nelle stesse *Météores*²⁸⁷, pertanto, sono rese certe da una sperimentazione guidata dalla ragione e appartengono ad un itinerario che spiega gli effetti dalle cause e prova queste da quelli. La catena della causalità, infatti, è infranta e ricostruita *ex arbitrio*, partendo dalle ipotesi – «in via ipotetica»²⁸⁸, scrive – cioè da ragioni che l'esperienza guidata dall'intelletto ordina, raccogliendo esperienze quotidiane, esperimenti, accumulando congetture, sviluppando ipotesi non come strumenti di una ricerca casuale, bensì come procedura scientifica che la *Mathesis* rende operativa; non restano ipotesi, diventano verità sotto l'esercizio della ragione. Solo la *Mathesis*²⁸⁹, in quanto metodo induttivo, permette di stabilire di volta in volta attraverso quali proposizioni spiegare i fenomeni osservati, le esperienze provate,

326).

284 *Discours de la Méthode*, VI, AT VI, p. 76.

285 Descartes a Morin (13 luglio 1638), AT II, p. 198. Il rovesciamento dell'aristotelismo, ancora una volta, è totale. Si veda, anche, D. Garber, *Jean-Baptiste Morin and Descartes' Principia*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, cit., pp. 685-699.

286 Cfr. *Dioptrique*, I, “*De la lumière*”, AT VI, p. 83; a proposito della luce, infatti, «credo sarà sufficiente che io mi serva di due o tre paragoni che aiutano a concepirla nel modo che mi sembra più facile per spiegare tutte quelle sue proprietà che l'esperienza ci fa conoscere per dedurre successivamente tutte quelle altre che non possono essere colte con altrettanta facilità. In ciò imiterò gli astronomi, o quali, pur muovendo da supposizioni che sono quasi tutte false o incerte, non mancano tuttavia di trarne numero conseguenze del tutto vere e sicuro, dato che si riferiscono a diverse osservazioni da loro effettuate».

287 Cfr. *Météores*, I, “*De la nature des corps terrestres*”, AT VI, p. 233; «la conoscenza di tutte queste cose dipende dai principi generali della natura – i quali, che io sappia, non sono ancora stati spiegati adeguatamente –, occorrerà che al principio io mi serva di alcune supposizioni».

288 Descartes a Vatier (22 febbraio 1638), AT I, p. 562.

289 Si veda, sulla *Mathesis* dei *Principia*, l'interessante saggio di F. de Buzon, *La Mathesis des Principia: remarques sur II, 64*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, cit., pp. 303-320.

gli effetti conosciuti e le ipotesi avanzate, ricostruendo questa varietà epistemologica all'evidenza intellettuale, come variazione razionale. Come abbiamo visto per le esperienze quotidiane, tutto il ventaglio delle conoscenze sperimentali è riordinato dalla forza della ragione.

Benché la scienza sia infranta dalle premesse ipotetiche, dalle esperienze che si alternano e dalle raccolte di varietà, tuttavia, è riordinata alla conoscenza vera attraverso la perspicacia e la sagacia, cioè «accomoda[ndo] una sola causa a più effetti diversi»²⁹⁰ e ricostruendo l'ordine della catena nell'ordine delle ragioni. Il pensiero attento e non disperso²⁹¹, infatti, coglie quelle unità concettuali all'interno di elenchi, esperienze, supposizioni e diversità naturali, «sia per conoscere con maggior certezza la conclusione [...], sia per rendere la mente più atta a trovarne altre»²⁹², cioè riconducendo i fenomeni oggetto di studio non agli universali astratti, bensì alle cause scientificamente corrette e reali di essi che l'intelletto individua e conosce. L'itinerario del metodo si snoda sull'evidenza intellettuale, mediante cui spiega i fenomeni osservati, non più attraverso categorie soggettive (incerte o mal fondate) o gli universali di aristotelica memoria. Sono i risultati, infatti, ad essere la cartina di tornasole che indica la bontà della *Mathesis* a confronto con la filosofia tradizionale²⁹³:

se si considera – scrive – che in tutto ciò che si è fatto finora in fisica si è cercato solamente di immaginare delle cause grazie alla quali poter spiegare i fenomeni della natura, senza però esservi potuti

290 Descartes a Morin (13 luglio 1638), AT II, p. 199.

291 Cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, IX, AT X, p. 401, «quegli artigiani che sono impegnati in lavori minuziosi, e che si sono abituati a rivolgere con attenzione l'acume della vista a punti singoli, con la pratica acquistano la capacità di distinguere perfettamente le cose, per piccole e fini che siano; così anche coloro che non disperdono mai il pensiero su diversi oggetti insieme, ma lo occupano sempre tutto nel prendere in considerazione cose semplicissime e facilissime, diventano perspicaci». Si veda M. Spallanzani, “*Le métier à bas est comme un seul et unique raisonnement*”. *L'Encyclopédie vers une philosophie de la machine*, in *Archives internationales d'histoire des sciences*, vol. 59, 2009, pp. 157-171.

292 *Ibid.*, XI, AT X, p. 408.

293 Lo scrive anche a Regius nel gennaio 1642, a coloro che ritengono «che mediante questi principi non si spiega nulla, leggano le nostre *Météores* e le confrontino con le *Meteore* di Aristotele» (Descartes a Regius, Endegeest, fine gennaio 1642, AT III, p. 505).

riuscire; se si paragonano poi le supposizioni degli altri con le mie, vale a dire tutte le loro *qualità reali*, le loro *forme sostanziali*, i loro *elementi* e cose simili [...] con ciò solo, che tutti i corpi sono composti di parti; se si paragona, infine, ciò che ho dedotto dalle mie supposizioni sulla vista, il sale, i venti, le nubi, la neve, il tuono, l'arcobaleno e cose simili, con ciò che gli altri hanno ricavato dalle loro sugli stessi argomenti: spero che ciò basti a persuadere coloro che non sono troppo prevenuti, che gli effetti che spiego non hanno altre cause che non quelle da cui li deduco²⁹⁴.

Questo brano mette in luce la differenza con la tradizione, che si è sviluppata attraverso stratagemmi retorici al cui fondo non c'era nient'altro. Laddove il metodo cartesiano dà frutti chiari ed evidenti, spiega i fenomeni e ordina le ipotesi attraverso l'ingegno. La *Mathesis* riordina le esperienze alla ragione, gli esperimenti, le raccolte, le supposizioni, le ipotesi alle operazioni intellettuali; là dove quelle sono necessarie, cioè nei casi in cui le esperienze aprono nuove strade, le ipotesi permettono anche solo un ordine espositivo più chiaro, o aprono interrogativi entro cui l'intelletto può esercitarsi, è la scienza riordinata dal metodo a fondarne l'unità. La modulazione del metodo, quindi, si sviluppa da ipotesi e supposizioni, si esercita in esperimenti di cui non si intravede una soluzione certa, accumula raccolte di dati diversi che enumera, senza limitarsi a questa operatività, ma riconducendo tali esercizi all'ordine e all'attenzione dell'intelletto.

Il metodo resta simile in tutta l'esperienza scientifica cartesiana, dalla pratica a cui le *Regulæ* sono chiamate, al *Monde & L'Homme*, agli *Essais*, passando per i lavori non pubblicati e per giungere fino ai *Principia* e al *Traité des passions*. Le diverse esperienze e i percorsi che si alternano sono ordinati e ricondotti all'unità intellettuale del metodo: le ipotesi vengono risolte e trovano una soluzione, le esperienze sono tradotte in esperimenti ben capiti, le enumerazioni sono ordinate dall'induzione, i modelli sono costruzioni legalizzate dal metodo: la tecnica scientifica, dunque, è metodica che riduce le varietà in unità. Le facoltà empiriche sono riordinate alle

294 Descartes a Morin (13 luglio 1638), AT II, p. 200.

operazioni dell'intelletto²⁹⁵. L'esperienza è metodo: la ragione non è disordinata.

§ 3. *Descartes e lo sperimentalismo*

La *Mathesis universalis* fa combaciare la teoria con la pratica scientifica: le esperienze con cui si indaga la varietà della natura sono ordinate dall'evidenza intellettuale. L'intelletto, infatti, «non può mai essere ingannato da nessuna esperienza, se intuisce con precisione soltanto la cosa che gli è presente»²⁹⁶. La scienza si dà nella conoscenza certa ed evidente.

La fiducia nella ragione è fondata sull'evidenza intellettuale che l'erudizione e la curiosità hanno perduto, in quanto sono fondati sulla prevenzione (ovvero sul giudizio degli Antichi) e sulla precipitazione (ovvero sulla volontà di ricercare passando rapidamente a conclusioni). Questi sono errori gnoseologici che fondano le diverse condizioni che nelle *Regulae* vengono sottoposte a critica e riordinate: sono la condizione dei malinconici, che ritengono le proprie «fantasie come rappresentazioni di cose vere», gli errori di chi crede che la «favola narrata [...] fosse una cosa accaduta» realmente, l'ingegnosa ricercatezza di chi diventa «cieco anche di fronte a quelle cose che sono di per sé evidenti»²⁹⁷, l'errabonda condizione di chi vaga «nel libero spazio delle molteplici cause»²⁹⁸, la cieca curiosità che «conduce l'ingegno per vie ignote e senza nessuna ragione di speranza»²⁹⁹, vera brama di un sapere sterile, gli studi dei novatores che costruiscono a caso, le malattie della curiosità, della meraviglia e dello stupore, o malattie fisiche tipo l'itterizia che fa giudicare «tutte le cose [...] gialle»³⁰⁰.

295 M. Henry, *Descartes et la question de la technique*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 285-301. P. Guenancia, *La signification de la technique dans le Discours de la méthode*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 213-223.

296 *Ibid.*, pp. 422-423.

297 *Ibid.*, p. 426.

298 *Ibid.*, p. 427.

299 *Ibid.*, IV, AT X, p. 371.

300 *Ibid.*, XII, AT X, p. 423.

Malattie che consolidano dubbi ed erigono sistemi scientifici incerti e traballanti.

Descartes si contrappone a quella curiosità che si era accresciuta e che, assieme alla meraviglia, era diventato il fine ultimo della scienza. Essa è desiderio sconfinato, vera e propria follia intellettuale, come scrive a Beeckman nel 1630 e come ripeterà nelle *Passions de l'âme*. Il lessico della curiosità è complesso nell'opera di Descartes, perché da un lato indica una ricercatezza esagerata e costruita senza fondamenti, cioè senza conoscere la verità delle cose, dall'altro indica, invece, una certa cura nella ricerca. Nel primo caso è ridotta all'istanza dell'ordine di quegli studi minuziosi e interessati alla raccolta di tutte le varietà, nel secondo caso è un'istanza sottoposta all'ordine del metodo e, in quanto tale, utile alla ricerca scientifica.

La critica della curiosità concerne le modalità della scienza moderna, intenta a ricercare la novità a tutti i costi, anche andandosi ad infilare in vicoli ciechi. Fanno così i chimici, geometri e non pochi filosofi, che cercano casualmente la verità di qualcosa, affidandosi ad un'industriosità fortunata più che metodica³⁰¹. Così, aggiungerà nella quinta *Regula*, fanno gli astrologi, gli artigiani e gli ingegneri e, ancora una volta, i filosofi che trascurando l'ordine della propria ragione, trascurano gli esperimenti e ritengono vanamente «che la verità verrà fuori dal loro cervello, come Minerva da quello di Giove»³⁰².

È un'istanza di accumulo quella che caratterizza la curiosità dell'epoca. A cui Descartes contrappone una riduzione della varietà sperimentale all'unità dell'evidenza concettuale. Occorre fare esperimenti utili, senza essere «troppo curiosi nella ricerca di tutti i minuti dettagli che riguardano una materia»³⁰³, ma individuando l'idea chiara e distinta. D'altra parte, anche quando l'ingegno è applicato «nello stesso tempo a più cose differenti», la conoscenza si realizza ricostruendo la «lunga serie di considerazioni»³⁰⁴

301 Cfr. *Regulae ad directionem ingenii*, IV, AT X; p. 371.

302 *Ibid.*, V, AT X, p. 380.

303 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 23 dicembre 1630), AT I, pp. 95-96.

304 Descartes a Mersenne (8 ottobre 1629), AT I, p. 22. È interessante notare come un'esigenza metodologica diventi uno strumento fondamentale per la conoscenza scientifica: del fenomeno di Roma, i paroli, Descartes, infatti, si occupa nella sua complessità, senza giustapporre fenomeni singoli.

con cui si uniscono i diversi fenomeni. La spiegazione della scienza, infatti, non è più cercata nell'evidenza delle cose, ma nell'evidenza intellettuale che vi si esercita sopra. Descartes rovescia la logica tradizionale e ricostruisce una scienza fondata sull'operatività intellettuale: la varietà della natura è riordinata in classi di evidenza concettuale³⁰⁵, in cui l'idea chiara e distinta è colta.

3.A. Descartes e Bacon

Pilastrini della modernità, il rapporto tra Descartes e Bacon è complesso. La storiografia ci ha restituito un'antitesi irriducibile. Tuttavia Descartes nella corrispondenza mostra di conoscere le opere del Lord Cancelliere e, soprattutto nel *Discours*, ripropone e aggiorna all'ordine del metodo alcune tematiche baconiane (una su tutte, il ruolo delle istituzioni politiche nel sostegno scientifico).

Francis Bacon aveva sanzionato un punto di svolta nella ricerca sperimentale, che eleggeva a punto di riferimento per lo sviluppo della scienza, individuando e ordinando una «*via media* tra l'esaltazione accademica del campo della storia naturale e le scienze occulte da un lato e le abilità della tradizione dall'altro»³⁰⁶. Il programma baconiano, infatti, riconosceva gli errori degli Antichi, limitava la libertà dell'intelletto e purificava la conoscenza.

Fondamentale per Bacon non era più la speculazione, ma il confronto con la natura e con le varietà che, soprattutto attraverso la storia naturale, si accumulavano. A loro volta, poi, le varietà naturali venivano organizzate in tavole, che non contengono le varietà naturali nel loro corso normale, ma la mettono sotto pressione. Se le

305 La *Regula VII*, infatti, dissolve la logica tradizionale a favore di una «classification [...] par classes strictement opératoires» (J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise de Descartes*, cit., p. 111).

306 P. Findlen, *Francis Bacon and the Reform of Natural History in the Seventeenth Century*, in *History and the Disciplines. The Reclassification of Knowledge in Early Modern Europe*, ed. D.R. Kelley, The University of Rochester Press, New York, 1997, pp. 239-260, p. 241. Cfr. F. Bacon, *Thoughts and Conclusions. On the interpretation of nature or a science productive of works*, in B. Farrington, *The Philosophy of Francis Bacon*, cit., p. 99, «a great storehouse of facts should be accumulated, both from natural history and from the experience of the mechanical arts. It should be sufficient in quantity, diversity, reliability, and subtlety, to inform the mind. [...] Further, the material collected should be sorted into orderly Tables».

metodologie del passato e della modernità sono fallite, perché troppo attente all'accumulo dei dettagli, o perché la conoscenza che perseguivano era una «*mera palpatio*»³⁰⁷, l'esperienza che le tavole ordinano deve mettere sotto tortura la natura, cioè deve sottoporre le esperienze a controllo, rigore e diligenza. Per Bacon, infatti,

la diligenza degli uomini in ogni indagine e in ogni raccolta di storia naturale dovrà d'ora in poi certamente mutare, per volgersi nella direzione contraria di quella seguita finora. L'operosità degli uomini, infatti, è stata mossa da una grande curiosità nel notare la varietà delle cose e nello spiegare accuratamente le differenze fra gli animali, le erbe e i fossili, la maggior parte delle quali sono scherzi della natura più che fenomeni di una qualche seria utilità per le scienze. Cose di questo genere procurano certamente diletto e servono talvolta anche alla pratica; ma poco o nulla a penetrare nella natura. Per questo si deve rivolgere la nostra opera a ricercare e a rilevare le somiglianze e le analogie fra le cose.³⁰⁸

Sanzionata dalle tavole, la storia naturale baconiana è sottratta alla curiosità. L'esercizio sperimentale riordina i rapporti tra le cose: non è più l'universale a stabilire la somiglianza tra gli oggetti della natura, ma quei rapporti sono disposti dalle caratteristiche delle cose che la sperimentazione conosce. La conoscenza è stabilita sull'evidenza delle cose sottoposte all'esperimento.

Descartes si riferisce al Lord Cancelliere in diverse epistole. In particolare indica l'importanza delle tavole su cui quest'ultimo intendeva fondare la logica del *Novum organum*. Egli ritiene utile la modalità baconiana di raccolta e confronto delle cose e delle esperienze per ricreare il contesto fenomenico dei molteplici oggetti, a cui però occorre aggiungere un obiettivo importante: la necessità di trovarvi un ordine preciso – lo scrive il 10 maggio 1632 a Mersenne, «la conoscenza di quest'ordine è la chiave e il

307 F. Bacon, *Novum organum*, I, 100, in OFB, vol. XI, 2004, cit., p. 158.

308 *Ibid.*, II, 27, cit., p. 294 [p. 353].

fondamento della scienza [...] riguardo le cose materiali»³⁰⁹ –, e un fondamento decisivo: occorre conoscere la verità delle cose prima di compiere esperienze o raccogliere oggetti. La ragione non si crea sugli esperimenti, ma sono questi ultimi ad inserirsi nell'ordine della ragione. Mentre per la sperimentazione moderna è l'abbondanza delle cose a giocare un ruolo fondamentale, la conoscenza scientifica cartesiana non si limita alla compilazione delle tavole: per Descartes, infatti, essa è un esercizio dell'ingegno sulle cose, non solo una catalogazione di esse: evidenza intellettuale, non evidenza delle cose³¹⁰.

I cataloghi, le raccolte e le tavole, scrittura di dati sperimentali, sono conosciuti dall'intelletto. La loro regolarità, infatti, è ricostruita dalle relazioni di proporzione che l'intelletto stabilisce. Là dove per Bacon la storia naturale era un accumulo che la sperimentazione permetteva di classificare, stabilendo le somiglianze e le differenze, per Descartes questo lavoro è sottoposto all'evidenza intellettuale. A mio avviso, infatti, il metodo cartesiano, pur stabilendosi su principi diversi e costruendo una logica scientifica totalmente differente, rende operativa la riforma del Lord Cancelliere. La filosofia di quest'ultimo è puramente sperimentale e organizzativa, mentre la filosofia di Descartes sottomette la sperimentazione all'ordine, all'evidenza e all'unità della ragione.

La conoscenza di Francis Bacon ordina l'esperienza: l'accumulo degli esperimenti produce, nella logica di quest'ultimo, assiomi, conoscenze e nuove esperienze. La conoscenza si divide, pertanto, in tre dispense: quella al senso, quella alla memoria e quella alla mente. La prima, secondo cui «si deve preparare una storia naturale e sperimentale sufficiente e buona, perché è il fondamento di tutto»; la seconda secondo cui «si devono predisporre delle tavole e delle coordinazioni delle istanze, secondo un metodo e una disposizione tali che l'intelletto possa agire su di esse»; e la terza, in cui «ci si deve affidare all'induzione legittima e vera, che è davvero la chiave

309 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 10 maggio 1632), AT I, p. 250.

310 Cfr. F. Bacon, *Novum organum*, I, 122, cit., pp. 182-184 [p. 223], «noi, invece, confidando nell'evidenza delle cose respingiamo ogni forma di inganno e di impostura; né pensiamo che, per ciò di cui si sta trattando, interessi sapere se ciò che viene scoperto fosse un tempo già noto agli antichi [...]. La scoperta delle cose, infatti, dev'essere ricavata dalla luce della natura, non dev'essere richiamata dalle tenebre dell'antichità».

dell'interpretazione»³¹¹. Cioè vi è l'aiuto al senso con la scoperta delle cose della natura; l'aiuto alla memoria con la produzione di tavole che coordinino le istanze; l'aiuto alla ragione affinché l'intelletto non sia lasciato alla propria spontaneità, attraverso l'induzione.

La nuova logica baconiana si fonda sull'induzione – «pensiamo infatti che l'*induzione* sia quella forma di dimostrazione che sorregge il senso, incalza la natura ed è il fondamento delle opere, quasi confondendosi con esse»³¹² –, invertendo l'ordine della dimostrazione rispetto alla tradizione: mentre l'induzione degli Antichi rispecchiava la logica del sillogismo, quella baconiana nega la centralità del senso e istituisce una ricerca basata sull'evidenza delle cose. La prima, «di cui parlano i dialettici, [...] procede per enumerazione semplice, è qualcosa di puerile e conduce a conclusioni incerte, è esposta al pericolo di un'istanza contraddittoria e prende in considerazione solo i dati consueti senza pervenire ad alcun risultato»³¹³; si tratta di una elencazione di cose esaminate esteriormente, attraverso la sensazione, e riconnesse all'universale. Predomina la varietà, assunta sotto le differenze sensibili. L'induzione baconiana³¹⁴ consiste in un vero e proprio principio con cui l'intelletto liberato dagli *idola* può giudicare le cose: essa opera sul rapporto tra le cose, permettendo di scoprire le relazioni medie tra queste, «non deve – come scrive Bacon – servire solo a scoprire e provare i cosiddetti principi, ma anche gli assiomi minori e medi, dunque tutti»³¹⁵.

311 *Ibid.*, II, 10, cit., pp. 214-216 [pp. 261-263].

312 *Ibid.*, p. 30 [p. 39].

313 *Ibid.*, p. 32 [p. 39].

314 Cfr. M. Malherbe, *L'induction baconienne: de l'échec métaphysique à l'échec logique*, in *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, cit., pp. 179-200: p. 188, «l'induction a besoin de la méthode des tables, parce que c'est elle qui permet de contrôler l'acte de invention à partir de la matière de l'invention. Il ne suffit pourtant pas d'ordonner, il faut s'élever aux axiomes généraux progressivement et dans l'ordre»; ma, «dès lors que l'intention de la connaissance métaphysique est discutée ou suspendue, il est inéluctable que la méthode des tables pour l'entendement se ramène à la méthode des tables pour la mémoire, qu'une simple connaissance empirique se substitue à la connaissance vraie, et que l'induction, privée de sa fin, n'ait plus de raison d'être ni de raison d'être nommée» (p. 190).

315 F. Bacon, *Novum organum*, I, 105, cit., p. 162 [p. 195]. Si noti che l'intento di Bacon è quello di liberare la filosofia tradizionale dagli errori della dialettica, aggiungendovi una conoscenza delle cose secondo i criteri della propria logica. Infatti, all'induzione che conosce i principi, propriamente quella aristotelica che risale dal particolare all'universale, senza cancellarne il fine, egli vi aggiunge

Riconducendo la varietà agli universali, l'induzione aristotelica era infinita. Mentre l'induzione baconiana definisce il rapporto tra le cose, ed è un lavoro di raccolta e sperimentazione. Tuttavia il Lord Cancelliere non supera totalmente Aristotele e ricostruisce una ricerca che deve essere assolutamente completa e in cui si riordinano tutte le varietà in relazioni tra di loro. Bacon non riesce, dunque, a superare l'instabilità della scienza, perché oltre allo strumento sperimentale non individua un criterio di definizione del rapporto tra le cose.

L'induzione baconiana è un'applicazione della classificazione all'esercizio della ragione: l'evidenza delle cose garantisce la stabilità fondamentale per la ricerca scientifica, rendendo leggibile il libro della natura. Mentre Bacon pone al centro l'evidenza naturale, Descartes accusa questa logica di scientifica di sterilità. Non lo fa in modo esplicito, ma lo si può intendere là dove scrive che non è l'oggetto in sé ad essere il soggetto della conoscenza, perché renderebbe la verità quasi totalmente inconoscibile. Sono le operazioni della ragione a stabilire l'evidenza attraverso le idee chiare e distinte. Per Descartes le tavole sono utili nei casi in cui si occupano di casi immediati, o in quelli in cui permettono di ricostruire la totalità della questione scientifica e offrire alla ragione un insieme di dati incontestabili e privi di alcuna ipotesi o ragione. Esse offrono la nudità dei dati che la ragione trasforma in idee e ordina nella conoscenza.

La sterilità baconiana è data dalla sottomissione alle cose, che anche quando è sperimentazione si limita alla loro descrizione³¹⁶; quando queste sono semplici, la conoscenza sarà possibile, altrimenti la scienza è un percorso complesso. Descartes, al contrario, ordina una scienza sull'evidenza della ragione, cioè costruisce dei fondamenti evidenti con cui sia possibile ordinare la varietà delle cose. L'induzione, così, non è semplicemente l'espressione di varietà, ma la conoscenza della variazione che si

un'induzione che permetta di stabilire il rapporto tra le cose.

316 L'empirismo baconiano è osservazione e sperimentazione delle cose, laddove «pour connaître véritablement, dans le domaine de la philosophie naturelle, il faut commencer par inventer les causes qui ne sont point données et qui, seules, peuvent valoir comme raisons des choses. Mais la difficulté est évidente [...]. La connaissance empirique (connaissance de la qualité sensible) ne contient pas la connaissance rationnelle. Comment peut-on inventer les causes?» (M. Malherbe, *L'induction baconienne: de l'échec métaphysique à l'échec logique*, in *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, cit., p. 191).

stabilisce su un criterio intellettuale unitario. Con Descartes la varietà naturale è ricostruita sotto l'ordine della ragione, ovvero è ordinata attraverso le leggi della natura che la ragione scopre e definisce. Non è più la natura a raccontare se stessa, ma è l'intelletto dell'uomo a definirne le caratteristiche. L'induzione cartesiana rende operative le richieste di esperienze, rende operative le liste di qualità e le varietà naturali che si raccolgono, poiché trova in tutti questi ambiti un ordine intellettuale, riconducendo le loro caratteristiche all'idea chiara e distinta. L'esperimento è utile per forzare la catena deduttiva e trovare la giusta via³¹⁷, ma è tale solo nella misura in cui è sottoposto all'ordine della ragione. In tal senso le varietà naturali sono trasformate in variazioni dell'idea chiara e distinta.

3.B. Descartes, Mersenne e Gassendi

Bacon e lo sperimentalismo in Francia

È innegabile il successo di fama che Bacon ebbe nell'Europa della prima metà del Seicento: egli è al centro del dibattito già negli anni 20, allorquando le sue ultime opere cominciano a girare per la Francia, e sono citate nella corrispondenza di Marin Mersenne, di Nicolas Claude-Fabri de Peiresc³¹⁸ e dei fratelli Dupuy³¹⁹. La filosofia dell'inglese è occasione per lo sviluppo della ricerca scientifica, che spesso si colora di

317 Cfr. D. Garber, *Descartes and Experiment in the Discourse and Essays*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, New York Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 288-310: pp. 293-294.

318 La prima copia del *De Augmentis Scientiarum* raggiunse Parigi nel 1624, dove venne spezzettata e impiegata in pubblicazioni di copie pirata. Grande attesa mostra Peiresc per la pubblicazione e traduzione delle opere postume, in particolare della *Sylva Sylvarum*. Addirittura Mersenne nello scambio con Cornier ne progetta una traduzione (cfr. *Correspondence du P. M. Mersenne*, I, Cornier à Mersenne, Paris, 24 décembre 1627, pp. 611-2, «si vous povés achever la traduction du *Sylva Sylvarum* à l'ayde de vostre Anglois et le donner au public, je croy que vous feriés une chose fort agreable à beaucoup de monde»)

319 Si vedano le lettere di Ph. Fortin de La Hoguette, *Lettres aux frères Dupuy et à leur entourage, 1623-1662*, Firenze, Olschki, 1997, 2 voll. In particolare *op. cit.*, I, à Pierre Dupuy (Saintes, 9 février 1626), pp. 122-125, e à Peiresc (Blaye, 13 février 1634), p. 351. Grande ammiratore del Lord Cancelliere, La Hoguette portò in Francia alcuni manoscritti trafugati durante un suo viaggio in Inghilterra assieme ad un ritratto che fece circolare e che è al centro di numerose epistole; il contatto con i fratelli Dupuy gli permise di assicurare una larga diffusione all'opera di Bacon che tanto ammirava.

curiosità. Peiresc è la figura eponima dell'erudizione francese, e proponeva uno sperimentalismo di frontiera basato più sull'osservazione, sulla descrizione, sulla comparazione e ancora connesso all'erudizione, il cui «ruolo svolto [...] nella nascita dello “spirito scientifico”»³²⁰ sembra paradossale. Tuttavia, è proprio l'abilità degli eruditi di riconoscere le novità scientifiche e di dirigere la ricerca verso spunti nuovi, ad indicarne la pregnanza³²¹. In quanto lavoro collettivo, infatti, il lavoro erudito servì a diffondere la cultura e a tenere unite, nell'impossibilità di separare dominio culturale da dominio culturale, le diverse istanze scientifiche. Sono le corrispondenze, i gabinetti e le accademie i luoghi in la cultura si diffonde. Peiresc, «eccezionale collezionista e sapiente»³²², ne è figura di riferimento. Egli incarna la curiosità incontenibile che è sempre alla ricerca di nuove possibilità sperimentali, di nuove varietà, di nuove informazioni, di oggetti rari e preziosi: si chiedono raccolte e oggetti a Peiresc, non giudizi o pareri, consigli di lettura, non di merito scientifico, perché la sua erudizione «è quella di un collezionista che immagazzina e accumula senza perciò produrre le sintesi che costituiscono il sapere»³²³: egli accumula, raccoglie e ordina una molteplicità di fenomeni che sarà la posterità a spiegare. Stabilisce nuovi criteri per l'osservazione scientifica. È mecenate della ricerca e patrono di diversi intellettuali³²⁴, tra cui spicca Gassendi.

Grande amico di Peiresc, è quel padre Mersenne³²⁵, fulcro della *Republique de*

320 A. Pala, *Descartes e lo sperimentalismo francese (1600-1650)*, Roma, Editori Riuniti, 1990, p. 61.

321 Sull'importanza del ruolo del libertinismo, oltre all'opera di Pintard, si veda R.H. Popkin, *The History of Scepticism from Erasmus to Descartes*, Assen, Van Gorcum, 1964. T. Gregory, *Il libertinismo nella prima metà del Seicento*, in *Ricerche su letteratura libertina e letteratura clandestina nel Seicento*, Firenze, La nuova Italia, 1981.

322 R. Mandrou, *Histoire de la pensée européenne*, III, *Des humanistes aux hommes de science (XVI^e et XVII^e siècles)*, Paris, Édition du Seuil, 1973, pp. 146-147.

323 F. Charles-Daubert, *Libertinage et érudition. Peiresc relais de l'Europe savante*, in *Peiresc ou la passion de connaître*, cit., pp. 41-59: p. 44.

324 L. T. Sarasohn, *Nicola-Claude Fabri de Peiresc and the Patronage of the New Science in the Seventeenth Century*, in *Isis* 84, 1993.

325 Si veda la ricostruzione che ne dà A. Beaulieu, *Mersenne. Le grand minime*, Bruxelles, Fondation Nicolas-Claude Fabri de Peiresc, 1995, chap. V, “*Hors de l'ordre commun: deux amis de Mersenne*”, pp. 55-81, in cui l'autore riporta i primi incontri, ne analizza le affinità e differenze, confermando l'importanza di tale amicizia: «les deux amis se complétaient. Peiresc témoignait d'une bonté universelle, d'un désir d'aider physiquement ou moralement [...]. Chez Mersenne, un enthousiasme

lettres: mette in collegamento i diversi intellettuali d'Europa, interrogandoli sui temi più disparati. È la varietà sperimentale, a rendere importante la corrispondenza di Mersenne, il quale, tuttavia, non ne limita l'attenzione all'erudizione, ma ricostruisce i singoli fenomeni sotto un punto di vista meccanico. La scienza, infatti, si impone come vittoria della modestia sullo scetticismo, limitando l'oggetto della propria ricerca³²⁶ ad un principio d'immanenza e ad una realtà frazionata³²⁷: non conosciamo, sostiene Mersenne, dei principi necessari alla conoscenza³²⁸. La certezza sperimentale, che apprezza in parte in Bacon, a cui riserva critiche importanti³²⁹, diventa l'unico fondamento di una fisica dai principi inaccessibili: liberata dai turbamenti e dalle oscurità del passato, la sperimentazione diventa uno strumento di conoscenza utile.

un peu brouillon, un désir insatiable de dire tout ce qu'il savait pu ce qu'il apprenait [...]. Leur collaboration amicale et constructive a duré une vingtaine d'années» (p. 70). Cfr. A. Beaulieu, *Mersenne, rival de Peiresc?*, in *Peiresc ou la passion de connaître*, cit., pp. 23-40.

326 Cfr. R. Lenoble, *Mersenne ou la naissance du mécanisme*, cit., p. 334; e anche: «Mersenne accomplit parfaitement cette tâche en définissant la raison comme la faculté d'établir des rapports entre des phénomènes, et la science comme la connaissance non des causes métaphysiques et des principes, mais des lois. [...] Dès lors, l'expérience et la raison pourront utilement collaborer pour édifier une science véritable» (pp. 334-335).

327 Cfr. M. Mersenne, *Questions harmoniques*, pp. 200-201, «la lumière de la raison, qui est quasi toute seule dans l'esprit des ignorans, peut bien leur donner quelque légère teinture de la vérité, mais elle n'est pas assez grande pour les faire pénétrer dans les vérités particulières, qui contiennent beaucoup de difficultés, comme sont celles qui servent d'objet aux arts, et aux sciences, et qui ont besoin de plusieurs expériences».

328 Cfr. M. Mersenne, *Questions inouyées*, pp. 69-72. Si veda anche R. Lenoble, *Mersenne ou la naissance du mécanisme*, cit., p. 348, «Mersenne s'en tient modestement à l'autre terme de l'alternative: les principes de la physique sont incertains, elle n'est pas une science démonstrative».

329 Mersenne non perde tempo a criticare l'impianto filosofico del Lord Cancelliere, benché non scada mai nella critica «*méchante et cafarde*» (R. Lenoble, *Mersenne ou la naissance du mécanisme*, Paris, Vrin, 1971, p. 329.) che alcuni teologi avevano rivolto all'inglese: la critica del Minimo, infatti, non si limita agli aspetti teologici, ma interviene da scienziato, lodando la dottrina degli *idola*, impedimenti da cui dobbiamo liberarci per conoscere la verità, ma criticandone gli errori in diverse dottrine, la scarsa informazione rispetto alle regole e agli esperimenti proposti non al passo coi tempi e il lessico contrario al progresso scientifico. Se da un lato la scienza ha bisogno di una riscrittura che la sottragga alle astrazioni sterili dell'alchimia e della rinascenza o alla cieca fiducia nell'autorità degli Antichi, se è fondamentale la prospettiva baconiana di una scienza che non sia solo una cultura di parole, ma una cultura di opere, per Mersenne il passo compiuto non è completo, «non arriveremo mai al punto di rendere il nostro intelletto simile alla natura delle cose; è per questo che ritengo il disegno del Verulamio impossibile» (M. Mersenne, *La vérité des sciences contre les sceptiques ou pyrrhoniens*, Paris, 1625, pp. 212-213).

Secondo Mersenne, «l'esperienza e la ragione potranno collaborare utilmente nell'edificazione»³³⁰ della scienza. La conoscenza è l'abilità ricostruttiva che la collazione delle diverse esperienze permette: la verità che si può conoscere resta limitata a queste singole esperienze e stabilita sui fenomeni. Descartes rifiuta questo impianto puramente meccanicistico, in cui la conoscenza è un sapere frazionato di particolari fenomeni disgiunti tra loro: di fronte alle richieste minute di Mersenne, infatti, Descartes riordina la scienza. Vi sono dei principi metafisici che sono conoscibili e che accertano la nostra conoscenza, trasformandola in un itinerario vero. Non è più una conoscenza frammentata, ma una connessione ordinata. Descartes rifiuta la curiosità³³¹ francese che il Minimo incarna.

Si tratta di una curiosità importuna, in quella Parigi capitale dei dotti e degli eruditi, luogo fastidioso di incontri a cui Descartes contrapponeva la solitudine intellettuale delle Province Unite, spazio in cui è possibile occuparsi dei propri affari senza essere infastiditi. La riscrittura della geografia filosofica sotto il giudizio dell'intelletto si affianca alla definizione della saggezza virtuosa dei commercianti³³² come qualità pubblica da lodare. La città diventa spazio misurato dalla ragione. La fuga dal disordine parigino, infatti, trova uno spazio moderno nel deserto delle Province Unite, in cui camminare nella confusione della folla non infastidisce la riflessione del filosofo, che vive solo con i suoi pensieri in mezzo alla massa: «potrei rimanervi tutta la vita senza essere visto da nessuno»³³³, tutti presi da commerci e dagli interessi mercantili di un

330 R. Lenoble, *Mersenne ou la naissance du mécanisme*, cit., p. 335.

331 Cfr. Descartes a Huygens (Santpoort, 12 marzo 1640), AT III, p. 746, «Mais le bon Père Mersenne est si curieux et si aise d'entendre quelque merveille, qu'il écoute favorablement tous ceux qui lui en content», scrive Descartes.

332 Cfr. P. Dibon, *La philosophie néerlandais au siècle d'or*. Tome I, *L'enseignant philosophique dans les universités à l'époque précartésienne (1575-1650)*, Amsterdam, Elsevier Publishing Company, 1954, p. 227, 229: «le vertus nécessaires au marchand. En premier lieu le *mercator sapiens* doit savoir limiter ses désirs», non «jamais séparer l'utile de l'honnête», restare fedele «à la vertu, par laquelle se définit la sagesse, guide *du* marchand dans le toutes les tractations quotidiennes», e altre ancora descritte nell'opera di Barlaeus, *Caspari Barlaei Mercator sapiens sive Oratio De conjungendis Mercatura et Philosophiae studiis habita in Inaugurationem Illustris Amstelodamensium Scholae*, Amsterdam, 1632, tradotto in olandese da W. A. Buijsorius nel 1641 e riedito nel 1643.

333 Descartes a Balzac (Amsterdam, 5 maggio 1631), AT I, p. 203.

mondo borghese in un fermento irrequieto ma sufficientemente ordinato per la ragione³³⁴. Situazione moderna e molto diversa dall'aristocratica Parigi³³⁵, in cui si deve rispettare un'etichetta precisa e che è centro di salotti, circoli culturali, e vita cortigiana, in cui i valori della virtù appartengono alle élite nobiliari.

Le Province Unite, luogo di riflessione e di esperimenti. C'è tutto quello che si può desiderare, come scrive a Guez de Balzac, in una riscrittura dell'economia politica moderna: via mare arriva «tutto ciò che producono le Indie e tutto ciò che vi è di raro in Europa [...]. Quale altro luogo può essere scelto nel mondo, in cui tutte le comodità della vita e tutte le curiosità che potremmo desiderare siano tanto facili da trovare come in questo?»³³⁶, scrive ribaltando i criteri della curiosità erudita e quelli della *retraite* del XVII secolo, adeguandoli, cioè, all'esercizio della ragione e all'ordine del metodo.

Descartes piega la geografia all'operatività dell'intelletto e trasforma il tema della *retraite* in un esercizio della conoscenza vera. Così non si trovano, in Descartes, i *topoi* classici, che collegavano alla vita ritirata i «*cabinets de curiosit * [...], luogo di elezione in cui si esibisce il gusto del raro, dove contro la *doxa*, contro le idee ricevute dal passato, contro il comune si afferma l'individualit  di un temperamento che si isola dal mondo per aprirsi a s  e all'insaziabilit  infinita della curiosit »³³⁷. La solitudine cartesiana non   disimpegno, non   fuga raffinata ed erudita, ma   studio,   ricerca,   ordine metodico.

All'opposto dalla confusione curiosa di Parigi. Ne   esempio la *grande r union parisienne* che Geneviève Rodis-Lewis data del novembre 1627³³⁸ e che per Adrien

334 Cfr. K. Dunn, "A Great City Is a Great Solitude": Descartes's Urban Pastoral, in *Yale French Studies*, vol. 80, 1991, pp. 93-107, p. 101: «Amsterdam was seventeenth-century Europe's most rationally and efficiently designed city, but its designed included a closely confined yet nonetheless expressive individualism, as conveyed in the facades of the houses, the only external detail not specifically controlled by city ordinance», un compromesso tra autoritarismo ed espressione individuale che lasciava, quanto meno, allo straniero Descartes molta pi  libert  di quella che la vita parigina non gli avrebbe permesso.

335 Si vedano le pagine di F.E. Sutcliffe, *Guez de Balzac et son temps. Littérature et politique*, Paris, Nizet, 1959; in cui l'autore descrive con precisione la cultura francese dell'epoca.

336 Descartes a Balzac (Amsterdam, 5 maggio 1631), AT I, p. 204.

337 B. Beugnot, *Le discours de la retraite au XVII  siècle. Loin du monde et du bruit*, Paris, PUF, 1996, p. 95.

338 Cfr. G. Rodis-Lewis, *Descartes: biographie*, Paris, Calmann-Lévy, 1995, pp. 101 e ss; G. Rodis-

Baillet è del dicembre 1628³³⁹; in un fugace rientro a Parigi prima del trasferimento definitivo, Descartes partecipa ad un incontro in cui alcuni intellettuali parigini vennero invitati ad ascoltare un discorso anti-aristotelico tenuto dal Signor Chandoux presso la casa del cardinale *in pectore* Guidi di Bagno, Nunzio del Papa. L'incontro del chimico venne recepito con grande entusiasmo dagli astanti e solo Descartes mostrò qualche perplessità, poiché la critica ad Aristotele non sostituiva quel sapere con qualcosa che non fosse più che solamente verosimile. Quella *nouvelle Philosophie* che aveva impressionato i dotti della compagnia parigina è distante dai «principi meglio stabiliti, più veri e più naturali»³⁴⁰ di Descartes. La separazione cartesiana è significativa: da un lato la sua ricerca della verità, dall'altro l'entusiasmo compatto di tutti gli astanti per una ciarlataneria³⁴¹ a cui la loro curiosità faceva attribuire ogni crisma di verità.

Gli incontri nederlandesi³⁴², che il solitario Descartes ebbe, testimoniano di un'attenzione scientifica diversa. L'incontro con Henricus Renneri, amico intimo del filosofo, è momento di stimolo: Descartes viene introdotto da questi nel circolo di Huygens³⁴³, e discute con l'amico temi scientifici, come il vuoto³⁴⁴, che saranno centrali

Lewis, *L'oeuvre de Descartes*, Paris, Vrin, 1971, 2 voll., II, pp. 478-9.

339 Cfr. S. Gaukroger, *Descartes. An intellectual biography*, cit., pp. 183 e ss.

340 Descartes a Villebressieu (Amsterdam, estate 1631), AT I, p. 213.

341 Chandoux verrà impiccato nel 1631 per aver fabbricato monete false. In un saggio interessante di P.S. Macdonald, *Descartes: The Lost Episodes*, in *Journal of History of Philosophy*, col. 40, 2002, 4, pp. 437-460, l'autore analizza l'episodio in questione, mostrando la sua centralità nella biografia di Descartes; trovo alcuni aspetti di rilievo, ma ritengo che più dell'esposizione del "cinico Chandoux", sia rilevante l'interesse curioso che gli ruota attorno.

342 Cfr. D.J. Struik, *The Land of Stevin and Huygens. A Sketch of Science and Technology in the Dutch Republic during the Golden Century*, Dordrecht-Boston-Lonson, Reidel, 1981.

343 Cfr. L. Jardine, *The Reputation of Sir Constantijn Huygens: Networker or Virtuoso?*, Wassenaar, NIAS, 2008.

344 L'amicizia con Renneri, infatti, mette in luce il progresso degli studi di Descartes e rappresenta quell'esigenza di discussioni intelligenti che appartiene ad ogni intellettuale. Interessante, a tal proposito, l'epistola che Descartes invia all'amico per spiegare il funzionamento dell'aria nei cieli, vero esempio della fisica dei vortici e preziosa indicazione del progresso delle conoscenze cartesiane (Cfr. Descartes a Renneri, Amsterdam, 2 giugno 1631, AT I, pp. 205-209). Questa lettera è particolarmente interessante, inoltre, perché il dialogo con Renneri eccede il rapporto privato e va trasferito nel contesto universitario di cui il nederlandese faceva parte e nelle dispute da questi promosse presso l'Università di Leida. Le tematiche di questa lettera (e, fino ad un certo punto ma non completamente, anche i contenuti, gli esempi e le spiegazioni scientifiche) sono riprese nel ciclo di dispute proposte da Pietro l'Eremita il 16 luglio di quell'anno, allievo di Renneri, che ne

nella filosofia di Descartes. Lo scambio epistolare tra Jacob Golius e Huygens ci testimonia le caratteristiche degli incontri nederlandesi a cui partecipava anche Descartes; in una lettera a Huygens datata 16 aprile 1632, Golius sostiene di aver trovato la teoria di Descartes elegante ma desidera ancora una dimostrazione che la confermi; è senz'altro attraente, scrive, perché si fonda su una costruzione che esclude la testimonianza dei sensi e, quindi, supera la fisica qualitativa della tradizione, ma non gli ha ancora fornito quella dimostrazione che confermi le ipotesi della filosofia naturale³⁴⁵.

Lontano da Parigi, pertanto, la scienza diventa autonoma, diventa strumento di conoscenza intellettuale. Se la capitale francese era «un'arena dominata da una potenza inintelligibile ed arbitraria»³⁴⁶, l'allontanamento dall'arbitrarietà è un movimento discontinuo del pensiero che si costruisce un proprio ambito di ricerca in sé, trovando un ordine intelligibile che si stabilisce come criterio della verità scientifica.

supervisionò il lavoro di stesura (si veda *Disputatio Philosophica Miscellanea ... publice ventilanda proponit Petrus Eremita, Hamburgensis. Ad diem 16. Iuly*, Lugduni Batavorum, Maire, 1631). Se non abbiamo modo di contestualizzare meglio questa lettera all'interno di una corrispondenza lacunosa, tuttavia, per la vicinanza delle tematiche e per la prossimità temporale, possiamo ritenere che Reneri abbia chiesto lumi all'amico in proposito, quasi a individuare nella fisica a cui il francese stava lavorando, una scienza utile con cui interloquire. Al di là del tema, vi sono affinità evidenti benché non identiche: gli esperimenti dell'una e dell'altra sono diversi, le conclusioni risultano più deboli di quelle cartesiane e, soprattutto, si rifanno ancora ad un linguaggio tradizionale. Indice di una discussione ancora vivace su questi argomenti e dell'incapacità di Reneri di disporre della totalità della fisica cartesiana, né di maneggiarla senza l'aiuto di Descartes.

Al di là delle distanze, pertanto, resta un piccolo tentativo di dialogo tra la fisica cartesiana ancora sconosciuta a tutti, di cui la teoria sull'assenza del vuoto è un anello di una catena ben più ampia e coesa, con una scienza universitaria lacunosa e meno capace di sostenere qualsivoglia concezione senza cadere in errori e contraddizioni. Questo primo ingresso nelle università olandesi, dunque, testimonia sia della forza del metodo cartesiano nella definizione scientifica, sia della collaborazione tra Descartes e gli intellettuali nederlandesi.

Devo questo collegamento alla scoperta compiuta da Robin Buning all'interno del suo progetto di dottorato su H. Reneri (dal titolo *Henricus Reneri 15 -1639*, di prossima pubblicazione), alla gentilezza della comunicazione che mi ha fornito durante alcuni incontri avvenuti con lo staff del professor Theo Verbeek presso la Utrecht University.

345 Cfr. *Briefwisseling van Constantijn Huygens*, n. 677, J. Golius (A. B.), 16 aprile 1632, pp. 349-350; ed. by J.A. Worp, Vol. I, 1608-1634, Nijhoff, 1911.

346 H. Frankfurt, *Les désordres du rationalisme*, in *Le Discours et sa méthode*, édition établie par N. Grimaldi, J.-L. Marion, Paris, PUF, 1987, pp. 395-411: p. 403.

Gassendi e Descartes

La contrapposizione tra Descartes e Gassendi che emerge soprattutto nelle Obiezioni alle *Meditationes de prima philosophia* è indice di una contrapposizione scientifica ben più profonda. Per il canonico di Digne l'evidenza intellettuale non permette di conoscere la verità, che è «nascosta agli occhi degli uomini»³⁴⁷, bensì fonda un nuovo dogmatismo delle idee chiare e distinte. L'opposizione è radicale, all'evidenza intellettuale, appunto, Gassendi contrappone un'evidenza sensibile, al dubbio radicale contrappone la certezza dell'esperienza umana come fondamento della conoscenza, all'esercizio di spogliazione del pregiudizio, che tuttavia condivide, rifiuta la costruzione di un nuovo pregiudizio attraverso la pretesa superiorità della mente sul corpo³⁴⁸.

In questa radicalità, infatti, risiedono due concezioni alternative della scienza. La vicinanza alle istanze pirroniane, «*nihil sciri*»³⁴⁹, scrive Gassendi, ritenendo che non sia possibile sapere della natura altro che non la sua descrizione, infatti, si contrappone radicalmente alla concezione cartesiana della scienza. Tuttavia preclusa la via alla conoscenza delle essenze – della verità interiore delle cose –, la filosofia di Gassendi non nega l'accesso alla conoscenza, ma apre all'intelletto umano l'accesso alla conoscenza delle apparenze, cioè dei fenomeni. La primalità delle idee con cui viene costruita la scienza cartesiana è attaccata dallo scetticismo verso l'evidenza intellettuale, «la nostra cognizione non si origina se non esclusivamente per incontro o, come dicono, *per caso*»³⁵⁰, scrive Gassendi, e che si riordina in quanto scetticismo sensualista all'interno di un empirismo storico che indirizza la conoscenza «verso concreti compiti

347 Gassend à Diodati, 29 août 1634, in *CM*, vol. IV, pp. 335-341: p. 337. Si veda anche P. Gassendi, *Ad librum D. Edoardi Herberti angli, De Veritate, Epistola*, in *Opera omnia*, cit., t. III, pp. 411-419.

348 *Objectiones quintæ*, AT VII, pp. 257-258: sulla prima meditazione, scrive, «ne approvo pienamente l'obiettivo, che è quello di aver voluto spogliare la vostra mente di ogni pregiudizio. Questo soltanto non capisco bene: per quale ragione abbiate [...], considerando tutto come falso, voluto rivestirvi di un nuovo pregiudizio».

349 P. Gassendi, *Exercitationes Paradoxicae ad verus Aristoteleos*, in *Opera omnia*, cit., t. III, p. 102, oggi in, Stuttgart, Frommann, 1964, «hic præcipue est, ubi cognitio, scientiaque humana arguitur infirmitatis, ac incertitudinis, Hic est, ubi præcipua jaciuntur Pyrrhonismi fundamenta, stabiliturque maxime illud, *Nihil sciri*».

350 *Objectiones quintæ*, AT VII, p. 267.

umani»³⁵¹: lo scetticismo gassendiano non nega ogni forma di conoscenza, ma sono le teorie necessarie e dogmatiche, e rinvia all'esperienza storica dei fenomeni naturali come unica via gnoseologica.

La critica alla condizione intellettuale della conoscenza cartesiana trova il proprio compimento nella possibilità casuale di costruire quelle idee specifiche, non abbandonata all'irrazionalità, bensì ordinata dalle sensazioni, dall'esperienza quotidiana. L'esistenza delle cose, che secondo Descartes è veicolata dalle idee, per Gassendi, invece, non ha bisogno di una costruzione così “meravigliosa”, in quanto deriva dalla sensazione, «facoltà corporea, che [...], accogliendo le specie delle cose sensibili dà inizio alla sensazione»³⁵². L'oggetto della conoscenza, infatti, «emette la propria specie»³⁵³, che il senso riceve e fa unire all'anima trasmettendole la conoscenza: «non è la mente, piuttosto [...] l'immaginatrice a giudicare»³⁵⁴, conclude Gassendi.

La conoscenza, della verità, pertanto, non «consiste nello sguardo da parte della mente di quella cosa – non so quale – che si trova oltre ogni forma, ma nello sguardo, da parte dei sensi, di tutti [...] gli accidenti e le mutazioni di cui è capace»³⁵⁵ l'oggetto della conoscenza: spogliato delle cose esteriori, infatti, il fenomeno è inconoscibile³⁵⁶. Ridotta la sostanza a cui Descartes fa riferimento a qualcosa di occulto e inconoscibile, infatti, la scienza gassendiana si costruisce sull'esperienza sensibile, sulle caratteristiche fenomeniche viste di volta in volta e su una condizione incompleta della conoscenza, vera e propria scienza congetturale dell'esteriorità delle cose, esperienza del reale più che esercizio intellettuale su di esso. Unica conoscenza adeguata³⁵⁷, pertanto, è quella

351 T. Gregory, *Scetticismo ed empirismo. Studio su Gassendi*, cit., p. 124.

352 *Objectiones quintæ*, AT VII, p. 268.

353 *Ibid.*, p. 270.

354 *Ibid.*, p. 272. Inoltre, Gassendi, ritiene che sia il giudizio e non il senso a sbagliare.

355 *Ibid.*, p. 273.

356 Cfr. *ibid.*, pp. 271-272, «mi meraviglio – scrive, che [...] una volta spogliata delle forme, come se fossero delle vesti, voi percepiate più perfettamente e più evidentemente che cos'è la cera. Infatti, percepite bensì che la cera – aggiunge – ossia la sua sostanza, deve essere qualcosa che sta oltre tali forme, ma a meno che non ci inganniate, che cosa sia questo qualcosa non lo percepite».

357 Cfr. O. Bloch, *La philosophie de Gassendi. Nominalisme, Matérialisme et Métaphysique*, cit., pp. 93-95.

del fenomeno in quanto conoscenza degli effetti: sono gli accidenti delle cose³⁵⁸, infatti, ad essere gli unici oggetti conoscibili, laddove l'essenza delle cose non è conoscibile. Nella critica a Descartes, questo aspetto è ripetuto frequentemente, a sottolineare l'antitesi totale tra il metodo cartesiano che trova nell'esercizio intellettuale la costruzione della scienza e la scienza gassendiana che non conosce se non l'esteriorità delle cose in quanto agiscono, per via del loro peso e del loro movimento, sull'uomo e l'uomo agisce materialmente su di esse. La mente, infatti, è limitata alla propria esistenza, «io non vedo – scrive – donde possiate dedurre o conoscere palesemente che dalla vostra mente sia possibile percepire altro se non che essa esiste»³⁵⁹, poiché essa non è più chiara delle cose della natura, né causa di esse – «causa della realtà delle idee non siete voi – aggiunge –, ma le cose stesse rappresentate attraverso le idee»³⁶⁰: non è autrice della conoscenza, poiché le idee derivano dall'esterno e scaturiscono dalle forme delle cose.

Negata l'intuizione cartesiana, ovvero attestata «l'impossibilità di passare dalla coscienza esistenziale, qual è la coscienza di sé, alla conoscenza dell'essenza, dalla conoscenza esistenziale ed esteriore del reale all'intuizione della sostanza»³⁶¹, Gassendi nega l'unione necessaria tra l'esistenza e il pensiero e, di fatto, nega l'ordine epistemologico implicato dalla filosofia cartesiana. Non è possibile, secondo il Canonico, ritenere che le idee operino sulla conoscenza, risalendo dalle proprietà delle cose al concetto della loro essenza. Nonostante, appunto, quest'aspetto scettico marcato, Gassendi non opera solo una critica radicale alla filosofia di Descartes, ma propone una scienza alternativa. Costruita sull'evidenza della sensazione, sul fatto che i fenomeni contengano la propria verità. E nel passaggio dalla percezione all'esperienza: la prima come passiva modificazione, la seconda come complesso ordinato.

Là dove la mente cartesiana si confonde, secondo Gassendi, perché «amplia una specie, ovvero un'idea [... cioè] stacca tale specie dalla sua posizione, toglie la

358 Cfr. *Objectiones quintæ*, AT VII, pp. 285-286.

359 *Ibid.*, p. 275.

360 *Ibid.*, p. 291.

361 O. Bloch, *La philosophie de Gassendi. Nominalisme, Matérialisme et Métaphysique*, cit., p. 122.

distinzione che è fra le sue parti e l'attenua tutta, fino a farla svanire»³⁶², egli sostituisce la conoscenza empirica delle cose, limitata, come ovvio, alla condizione momentanea degli oggetti, al modo in cui essi si presentano e in cui l'uomo li prova. La difficoltà da superare affinché la conoscenza non sia fallace, per Gassendi è tutt'altra da quella avanzata da Descartes, non consiste, infatti, «nel dover intendere chiaramente e distintamente una cosa – scrive –, [bensì capire] con quale arte o metodo sia possibile discernerla in modo tale da averne un'intelligenza così chiara e distinta da essere vera e che non sia possibile che ci sbagliamo»³⁶³. L'esercizio conoscitivo non consiste nel liberare le operazioni dell'intelletto per la conoscenza, bensì nel ricostruire un'arte con cui ricevere dall'oggetto tutte le sue caratteristiche. E, data la varietà degli oggetti, sapere quale arte utilizzare all'uopo.

Schiacciata sul fenomeno, «le cose appaiono tali quali appaiono; e non può non essere verissimo che esse appaiano tali quali appaiono»³⁶⁴, scrive come di un postulato indubitabile, Gassendi propone un'epistemologia in cui è possibile conoscere il movimento, il cambiamento delle cose naturali, non più la loro sostanza. Così, la scienza della natura si presenta come una conoscenza sperimentale, poiché è permessa solo una conoscenza dei dati che si presentano attraverso i fenomeni: una conoscenza fenomenica ed empirica, che non ha alcun criterio intellettuale a cui rivolgersi, se non una logica baconiana³⁶⁵ con cui scoprire le arti, le indicazioni della natura e conoscerle: ne è esempio, ancora una volta, «l'idea della chimera», la quale «non è altra dall'idea della testa del leone, del ventre della capra, della coda del serpente, a partire dalle quali la mente compone una sola idea, mentre quelle, separatamente, ossia singolarmente, sono avventizie»³⁶⁶. La conoscenza, dunque, non è stabilita sull'essenza delle cose, ma in relazione alla quantità: è, sì, una facoltà che si esercita sulle idee, ma in quanto idee

362 *Objectiones quintæ*, AT VII, pp. 296.

363 *Ibid.*, p. 318.

364 *Ibid.*, p. 333.

365 Si veda P. Gassendi, *Syntagma philosophicum*, in *Opera omnia*, t. I, pp. 62-66, caput X, “Logica Verulamij”, e caput XI, “Logica Cartesij”: p. 65, «is videlicet Verulamium ea in re imitatus est, quod novam quoque Philosophiam à fundamentis excitaturus, omne omnino præjudicium exuere imprimis voluit». Cfr. A. Pala, *Descartes e lo sperimentalismo francese (1600-1650)*, cit., pp. 91-93.

366 *Objectiones quintæ*, AT VII, p. 280.

derivate dalle cose esteriori, in quanto alla quantità di esse. Ne è ulteriore esempio la conoscenza del triangolo, che in quanto idea astratta, era stato scelto da Descartes quale esempio di idea innata³⁶⁷: per Gassendi, viceversa, il triangolo immaginato è un'idea mentale con cui ricercare le proprietà, «ma non per questo si deve pensare che tale triangolo sia qualcosa di reale e sia una vera natura al di fuori dell'intelletto: è solo quest'ultimo che, visti i triangoli materiali, ha formato tale natura e l'ha resa comune»³⁶⁸.

La conoscenza si dà *historico stylo*³⁶⁹, ovvero come accumulo delle diversità naturali, come esperienza e come esercizio su di esse: la grande fiducia gassendiana nell'operare dell'uomo, dunque, si ritrova in quest'aspetto della scienza che egli propone. La derivazione delle idee dalle cose predilige un metodo con cui accumulare le opere della natura e ordinarle: come nel caso dei «triangoli [reali, che] hanno in se stessi tali proprietà, [...] il triangolo ideale non le ha se non in quanto è l'intelletto ad attribuirglielle, a partire dai triangoli che ha osservato»³⁷⁰, così la conoscenza della natura non si costruisce sulle idee di essa, bensì sull'esperienza delle caratteristiche che le cose trasmettono alla mente. Contrapposta ai sistemi, alle teorie, l'esperienza gassendiana ricerca solamente fenomeni singolari, in quanto sono questi a presentarsi all'uomo e non connessioni oscure presenti in natura, ma inconoscibili all'uomo. Contrapposta, in tal modo, alla scienza cartesiana che non si accontentava dei fenomeni singolari, bensì li ordinava entro sistemi concatenati, ricostruendo la continuità della

367 Cfr. *Meditationes de prima philosophia*, V, AT VII, pp. 64-65: «sebbene tale figura non esista e non sia mai esistita assolutamente in alcun luogo al di fuori del mio pensiero, c'è tuttavia una sua determinata natura, o essenza, o forma immutabile ed eterna, la quale non è finta da me e non dipende dalla mia mente; come risulta dal fatto che di questo triangolo possono essere dimostrate varie proprietà [...]. E non cambia nulla se dico che questa idea del triangolo mi è giunta, forse dalle cose esterne, attraverso gli organi di senso [...]: posso infatti escogitare innumerevoli altre figure delle quali non si può minimamente sospettare che non siano entrate in me attraverso i sensi e, tuttavia, posso dimostrare di esse, non meno del triangolo, varie proprietà. Queste sono di sicuro tutte vere, dal momento che sono da me conosciute chiaramente». Lo stesso triangolo è tra le conoscenze più semplici che l'intelletto intuisce, si veda in proposito il passaggio delle *Regulæ ad directionem ingenii*, III, AT X, p. 368.

368 *Objectiones quintæ*, AT VII, p. 321.

369 Cfr. P. Gassendi, *Opera omnia*, cit., III, pp. 653 e ss. Si veda anche R. Pintard, *Le libertinage érudit dans la première moitié du XVII^e siècle*, cit., p. 481, «des phénomènes de la nature, y annonce l'auteur, il n'est permis de connaître que l'histoire».

370 *Objectiones quintæ*, AT VII, p. 321.

natura attraverso le operazioni intellettuali. Se è vero che Gassendi nelle *Obiezioni* critica la metafisica cartesiana, è interessante notare come tale critica riguardi la teoria della conoscenza e abbia un risvolto pratico nella scienza naturale, ridotta, dal Canonico, all'esperienza dell'uomo, alla storia delle cose. L'empirismo, infatti, ricava come unica sfera della conoscenza quella inerente all'operare dell'uomo, ai fenomeni, ai corpi che interagiscono con l'uomo, poiché l'unica conoscenza possibile è quella sperimentale degli oggetti in causa: la mente, infatti, non deve essere spogliata della propria educazione, né della propria storia sensibile; «la fallacia o la falsità – aggiungeva – non si trova nel senso, che è meramente passivo e riferisce solo quel che appare e che è necessario che appaia come tale in base alle sue cause, ma nel giudizio, ossia nella mente, che agisce senza la dovuta circospezione e non si accorge che quel che è lontano appare [...] più confuso»³⁷¹. Processo fondamentale è sempre l'induzione³⁷², con cui è possibile dalla moltitudine dei particolari risalire alla condizione generale delle cose, senza che le idee che si elaborano in questa induzione siano esaustive, né colgano l'essenza degli oggetti: la conoscenza, infatti, non si esercita sulla natura delle cose, bensì sull'oggetto individuale, proprio in ragione del fatto che l'inferenza trova compimento solo nell'occasione dell'esperienza puntuale su un oggetto particolare.

Di conseguenza, le qualità dell'oggetto che Descartes aveva distinto in primarie e secondarie e che l'induzione cartesiana sapeva ricondurre a classi di equivalenza concettuale mediante cui ordinare le varietà, le diversità e il disperso sotto un criterio intellettuale, per Gassendi sono tutt'uno con l'oggetto, in una condizione di singolarità che sfiora la rarefazione solitaria del reale, nella condizione di un'impossibile distinzione epistemologica. I fenomeni, pertanto, acquisiscono la condizione di nature particolari su cui ogni conoscenza diventa una sorta di descrizione, in cui anche le matematiche rientrano nella possibilità costruttiva che la mente esercita sulle cose naturali, senza essere più criterio di definizione astratta del reale: costruzione, appunto,

371 *Ibid.*, p. 332. L'eco delle pagine baconiane è qui evidente.

372 Cfr. O. Bloch, *La philosophie de Gassendi. Nominalisme, Matérialisme et Métaphysique*, cit., p. 203. T. Gregory, *Scetticismo ed empirismo. Studio su Gassendi*, cit., p. 152.

come mera aggregazione delle qualità sensibili. In tal senso, dunque, la conoscenza non è «distaccata contemplazione di essenze [...], ma interessato possesso [...] e positivo fare»³⁷³, in cui i fenomeni sono conosciuti poiché l'esercizio intellettuale dell'uomo ne può studiare il loro costruirsi. L'esempio della chimica³⁷⁴ è illuminante, in quanto metodo d'analisi che realizza la conoscenza storica delle cose, rompendole e conducendosi attraverso l'esperienza e l'osservazione fino agli atomi delle cose; si contrappone al metodo cartesiano come unica scienza con cui conoscere le sostanze delle cose, poiché secondo Gassendi, alla base della scienza ci sono le unità atomiche degli elementi che l'esperienza umana conosce.

Quello che mi interessa, concludendo, non è tanto un esame ulteriore della filosofia gassendiana o dei suoi sbocchi scientifici, senz'altro molto interessanti e rilevanti³⁷⁵, bensì solamente avere un terreno di confronto tra due teorie scientifiche antitetiche: il duello tra Descartes, «*o Mens*», e Gassendi, «*o Caro*», ne testimonia l'alterità inconciliabile. Il vero è il fatto, per il Canonico di Digne, dunque la scienza si può costruire solo attraverso un'esperienza minuta e limitata, mentre il metodo intellettuale cartesiano permetteva al suo autore di produrre una scienza della natura che, per quanto connessa e interessata alle sue varietà e alle esperienze particolari che se ne potevano ricavare, riesce ad avere un criterio intellettuale su cui fondarsi, un ordine intellettuale a cui rimandare e una forza dell'operare della ragione con cui compiersi. Stabilendo un sistema della scienza più ampio dei singoli fenomeni a cui l'empirismo la condannava, non ordinato, tuttavia, sugli universali, bensì sulla forza della ragione e sulle operazioni dell'intelletto. Scienza che non limita la verità alle singole esperienze, ma le ricostruisce in un sistema coerente.

373 T. Gregory, *Scetticismo ed empirismo. Studio su Gassendi*, cit., p. 161.

374 Si vedano le interessanti pagine in proposito, O. Bloch, *La philosophie de Gassendi. Nominalisme, Matérialisme et Métaphysique*, cit., chap. VIII, "A la recherche des «Res concretæ»: atomes et chimie", pp. 233-282.

375 Si veda, in proposito, l'interessante studio *Gassendi et l'Europe (1592-1792)*, Actes du Colloque International de Paris «Gassendi et sa posterité (1592 – 1792), 6-10 Octobre 1992, études réunies sous la direction de S. Murr, Paris, Vrin, 1997. Si veda anche A. Turner, N. Gomez, *Pierre Gassendi explorateur des science*, Catalogue de l'exposition [au] Musée de Digne, 19 mai-18 octobre 1992, Digne-les-Bains, Vial, 1992.

Gassendi, tuttavia, non comprendeva questo sforzo cartesiano e sostituiva «ad una “sapienza” che trova il suo vertice nell'intemporale contemplazione di un universo gerarchicamente organizzato secondo essenze eterne, [...] una “scienza” descrittiva e storica, impegnata a conoscere e modificare il mondo della natura e degli uomini: la conoscenza del particolare e la sua organizzazione secondo leggi quantitative e meccaniche diviene l'unico tipo di conoscenza valida per l'uomo, e l'esperienza è la sua *regula summa* cui si riconduce non solo la fisica, ma anche la psicologia, l'etica, la politica e la storia»³⁷⁶. Rifiutava, Gassendi, l'intuizione intellettuale, operazione oscura dell'epistemologia cartesiana perché conosceva qualcosa in modo oscuro, e costruiva una scienza che, limitate le azioni della mente a mere ricezioni delle sensazioni, trovava compimento in quanto conoscenza sottoposta all'operare storico dell'uomo, alla sua esperienza quotidiana e ad un ordine mentale ordinato ai pregiudizi dei sensi, metodo di confronto tra le cose naturali. La conoscenza della natura, dunque, non era altro che una ricostruzione sperimentale dei fenomeni incontrati. Gnoseologia di grande successo nella Francia dell'epoca, da cui Descartes si allontanava sdegnato.

L'esperienza della filosofia di Descartes è metodo, è evidenza intellettuale.

Quell'esigenza diffusa di universalità scientifica, pertanto, viene ricostruita da Descartes in un ordine diverso rispetto alla propria contemporaneità, attraverso un metodo che si contrappone strenuamente alla curiosità diffusa all'epoca, alle modalità scientifiche applicate e che propone una ricerca scientifica inserita in un sistema filosofico ordinato dalle operazioni intellettuali. È un metodo di deduzione ed esperienza, quello proposto e messo all'opera nella filosofia cartesiana, fondato epistemologicamente e scientificamente impiegato nelle esperienze, negli esperimenti, nelle osservazioni, nella ricostruzione di storie, ipotesi e cataloghi, in quei casi in cui la scienza viene operata da Descartes. Non è il metodo vano a cui è giunta una certa tradizione filosofica interessata più alle speculazioni filosofiche, alle dispute, alle

376 T. Gregory, *Scetticismo ed empirismo. Studio su Gassendi*, cit., p. 178.

annotazioni in margine al pensiero degli Antichi, ma non è neanche un metodo puramente sperimentale di chi accumula varietà nei gabinetti di curiosità, perché è impossibile discernere il vero dal falso; si tratta un metodo artigianale in cui la verità è collegata alla pratica sperimentale, senza limitarsi alle conoscenze particolari e minute, bensì rispondendo a quell'esigenza di sistema che la *Mathesis* rispetta e ordina.

III. «*La nature des corps qui sont sur la terre*». Descartes e lo studio dei corpi terrestri

Nella *Lettre-Préface* all'edizione francese dei *Principia Philosophiæ* Descartes presenta le quattro parti in cui l'opera è suddivisa: i principi della conoscenza umana, prima parte, i principi delle cose materiali, parte seconda, lo studio sul mondo visibile, parte terza, e lo studio della terra, parte quarta, e indica quelle il cui progetto è ancora mancante: «tutti gli altri corpi più particolari che sono sulla terra, [...] minerali, piante, animali e principalmente l'uomo»³⁷⁷.

Queste assenze sono circostanze di fatto e non condizioni di diritto e dipendono dal non poter «fare tutte le esperienze di cui avrei bisogno per fondare e giustificare i [...] ragionamenti»³⁷⁸. Tuttavia il metodo con cui si costruisce la filosofia cartesiana, che è vera in virtù della necessità e dell'evidenza dei principi, garantisce la possibilità del sistema generale - «un corpo intero di filosofia», scrive Descartes – di unire la molteplicità dei fenomeni materiali e di renderne ragione attraverso una conoscenza vera saldata all'esperienza e verificata da essa. L'esperienza alleata del metodo è, infatti, strumento dell'effettività della ricerca: orienta l'ipotesi forzando l'indistinto della natura sotto il rilievo dell'oggetto intellettuale, moltiplica le strategie di indagine, si presta, infine, alla sfida cruciale che ordina i casi di spiegazioni frammentarie in unità e ne verifica i risultati nella catena di idee chiare e distinte attraverso riscontri sperimentali. L'esperienza non scopre nuove ragioni, ma conferma e verifica quel contesto rispettando l'ordine del metodo: le verità non sono limitate alla definizione del funzionamento meccanico del singolo fenomeno, ma si inseriscono in un sistema.

Quei limiti scientifici, dunque, non concernono l'impossibilità di completare il progetto filosofico, ma riguardano l'assenza di esperienze sufficienti all'approfondimento degli studi nei casi più complicati. Di fronte alla complessità dei corpi materiali non mancano le ricerche che il metodo può compiere, ma sono

377 *Lettre-Préface*, in *Principes de la Philosophie de René Descartes*, AT IX-2, p. 17.

378 *Ibid.*

necessarie verifiche sperimentali spesso difficili da realizzare. Si tratta di esperimenti importanti e decisivi, che un uomo singolo non può effettuare da solo e che richiedono sostegni e finanziamenti pubblici: Descartes lo dice nella corrispondenza con Mersenne e con Huygens, vicini ai vertici del potere politico, e lo dichiara nella *Lettre-Préface*, come lo aveva già detto nella sesta parte del *Discours*, completando la sua teoria della scienza con l'istanza modernissima di una politica della cultura.

Le parti dedicate al regno minerale, vegetale e animale che avrebbero dovuto completare l'enciclopedia dei *Principia*, del resto non sono assenti tra le carte del filosofo e nei suoi scritti, là dove compaiono varie testimonianze dei numerosi studi da lui compiuti nei diversi campi, dalla fisica alla fisiologia, affrontati in una collaborazione intensa con uomini di scienza dell'età (Marin Mersenne, Jacob Golius, Henricus Reneri, Constantijn Huygens, Vopiscus Plemp, Henricus Regius, Lazare Meyssonier, Cornelis van Hogelande, oltre che con gli altri intellettuali con cui discute di teologia, di matematica e di metafisica). La corrispondenza, così, si colora di un incontro culturale vasto e complesso, in cui le ricerche sperimentali di Descartes si compiono tra la curiosità di chi gli sottopone i più vari quesiti e il metodo scientifico. Se da un lato le materie di studio aumentano assieme ai casi particolari, dall'altro l'obiettivo resta una costruzione unitaria: lavorare alla ricerca della causa dei pareli implica, già nel 1629, un esame *par ordre* di tutti fenomeni celesti, compreso lo studio e la spiegazione dell'arcobaleno e degli altri fenomeni. Descartes non si accontenta di risolvere casi singolari o di accostare le diversità, ma di costruire una fisica unita e completa; la decisione di fornire una spiegazione di «tutti i fenomeni della natura»³⁷⁹, infatti, evolve nel tempo fino a diventare una vera e propria sistematizzazione metodologica di essi, che non sono più verità singole, ma parti di una fisica unita.

È una lettera a Mersenne del 1632 a testimoniare, secondo me compiutamente, questa svolta rilevante: la scienza cartesiana da “risoltrice di problemi singoli”, come era considerata da Mersenne e dai suoi corrispondenti, diventa un ordinamento

379 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 13 novembre 1629), AT I, p. 70.

metodico dei vari fenomeni in una fisica unitaria. Se l'unificazione della fisica celeste e terrestre era già avvenuta mediante il lavoro di Galilei, Descartes la unisce in un'unità concettuale. L'importanza del lavoro compiuto sulle piccole parti delle cose, infatti, diventa una costruzione unitaria. Riporto quel brano interamente:

ciò che mi ha fatto rinviare sino ad ora di scrivere quel poco che so è soltanto la speranza di imparare di più e di poter aggiungere ancora qualcosa. Per esempio [...], dopo la descrizione in generale degli astri, dei cieli e della terra, non mi ero proposto di spiegare, rispetto ai particolari corpi che sono sulla terra, nient'altro che le loro diverse qualità, mentre ora ci metto qualcuna delle loro forme sostanziali, cercando di aprire la via abbastanza per far sì che, col passare del tempo, le si possa conoscere tutte, aggiungendo al ragionamento l'esperienza. Proprio questo mi ha distratto nei giorni trascorsi: sono infatti stato occupato a fare diversi esperimenti per conoscere le differenze essenziali che vi sono tra gli olii, gli spiriti o acquaviti, le acque comuni, le acque forti, i sali, ecc.³⁸⁰

Questo brano testimonia un'evoluzione negli studi del filosofo del metodo. Nei primi mesi del 1632, infatti, egli si è spinto fino alla descrizione generale dei cieli, senza allontanarsi dalle modalità comuni di studio che ne limitavano l'attenzione ad una mera descrizione. Nella lettera testimonia di volervi aggiungere la spiegazione della qualità dei corpi, riproducendo una sorta di storia naturale aristotelica; ora vuole mettervi qualcosa di più, che descrive ancora come un esame delle forme sostanziali, ma che si può ritenere non sia solamente una ripetizione della filosofia tradizionale o dei vani tentativi che le si accostavano. Infatti, non si limita a compiere lo studio secondo le modalità classiche, bensì riconduce le differenze essenziali dei vari corpi naturali alla filosofia delle piccole parti, dimostrata attraverso l'esperienza. La decisione di ampliare la fisica al di là delle descrizioni qualitative è indicata dalla volontà di analizzare le

380 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 5 aprile 1632), AT I, p. 243

differenze quantitative che riguardano alcuni materiali, per conoscere la ragione delle prime, senza limitarsi a descrizioni solo superficiali. Se nella teoria delle *Regulæ* aveva già criticato la conoscenza fondata sulle qualità sensibili e individuato nell'estensione la via della scienza, nelle esperienze di questi anni la mette in pratica e, finalmente, decide di occuparsene fino in fondo. In queste pagine emerge, infatti, quell'applicazione del metodo di scoperta ai corpi terrestri, che sono inseriti in un sistema fisico ordinato³⁸¹ in una catena di cause; le differenze che le varietà rappresentano diventano rapporti stabiliti tra gli oggetti diversi secondo l'ordine del metodo.

Nel *Monde*, infatti, Descartes abbandona le categorie aristoteliche, mantenendo solo la quantità, il movimento, la figura e la disposizione³⁸². Egli è lontano anche dalla teoria dei luoghi naturali e delle forme sostanziali, la natura è ricondotta all'unità concettuale intellegibile dell'estensione e riordinata dal metodo secondo le istanze della semplicità e i precetti dell'analisi, della sintesi e dell'enumerazione. Ricondotta così a materia inerte e omogenea, la natura si ordina secondo leggi fisiche che la geometria enucleava³⁸³ e si presenta come una grande meccanica, costruita attraverso le leggi naturali e le nozioni della figura e della disposizione delle parti.

Le qualità sono ridotte ad una variazione: «tutti i corpi, sia duri che liquidi, sono fatti di una stessa materia»³⁸⁴ che cambia di consistenza sensibile a seconda del movimento, dell'estensione e della figura delle piccole parti che la compongono. Dal fatto che l'estensione è la proprietà principale della materia, Descartes deriva l'assenza del vuoto, perché non può darsi che la materia occupi meno spazio. I diversi stati della materia, che pure ci restituiscono sensazioni diverse, non corrispondono ad una sparizione della

381 Da questo punto di vista i risultati sono sotto i nostri occhi, *Le Monde*, la scienza del *Discours* e degli *Essais*, i *Principia*, tuttavia è in questo momento che Descartes, a mio avviso, si risolve a studiare la natura come un'unità fisica sistematizzata dall'evidenza intellettuale.

382 Cfr. *Le Monde*, V, “*Du nombre des Eléments, et de leur qualités*”, AT XI, p. 26.

383 Cfr. *Ibid.*, VII, “*Des lois de la Nature de ce nouveau Monde*”, AT XI, p. 37, per natura, scrive, «non intendo qui una qualche dea o qualche altro tipo di potenza immaginaria, ma che mi servo di questo termine per designare la materia stessa».

384 *Ibid.*, IV, “*Du vide; et d'où vient que nos sens n'aperçoivent pas certains corps*”, AT XI, p. 17.

materia, ma sono una sua variazione: essa ha solo mutato la propria condizione³⁸⁵. La materia, infatti, riempie lo spazio non secondo la teoria dei luoghi naturali, ma secondo la disposizione delle piccole parti: gli spostamenti, infatti, non dipendono dalle inclinazioni e dalle tendenze naturali, ma dal fatto che «alcune delle loro parti cessino di toccarsi o di toccare qualche altro corpo»³⁸⁶. Questo sistema di una fisica piena riunifica i movimenti molteplici della tradizione sotto un unico movimento composto, e l'esempio dei pesci che nuotano nella fontana lo conferma, e riunifica le diversità sensibili sotto il criterio della variazione dell'estensione.

Inoltre, l'unità della materia implica che i corpi non siano completamente distinti tra di loro se non per le qualità che la figura e la disposizione delle piccole parti costruiscono: lo studio delle varietà diventa un esame delle strutture intime degli oggetti. Descartes distingue tre elementi, che sfuggono alla classificazione aristotelica, il fuoco (primo elemento), l'aria (secondo elemento) e la terra (terzo elemento), a cui competono caratteristiche precise e dal cui mescolamento si costituiscono tutti i corpi. Questa teoria si distanzia dalla concezione dei luoghi naturali che individuava per ogni oggetto una sede a cui fosse destinato e in cui si trovasse in condizioni di purezza³⁸⁷. Descartes, infatti, sulla distinzione dei tre elementi ricostruisce tre tipi di grandi corpi, il Sole e le stelle per quello del fuoco, i cieli per l'aria, e la Terra, i pianeti e le comete per l'elemento della terra. Essi si differenziano per le proprietà che hanno, il primo elemento esercita un'azione sulle cose, la terra una resistenza e l'aria «una natura intermedia»; tuttavia «sono mescolati [...] sulla superficie della Terra [...], presi tutti assieme non sono altro che una sorta di scorza generatasi sopra la terra a causa dell'agitazione e del mescolarsi della materia del cielo che la circonda». Così, pertanto, si può ritenere che

vi siano delle parti dell'elemento dell'aria mescolate a quelle della

385 Cfr. *Ibid.*, pp. 17-18, «se considerate [...] le esperienze di cui i filosofi sono soliti servirsi per mostrare che in natura non si dà il vuoto, conoscerete facilmente che tutti questi spazi, che il volgo considera vuoti e in cui non sentiamo che aria, sono pieni [...] e pieni della stessa materia, quanto quelli in cui sentiamo gli altri corpi»

386 *Ibid.*, p. 18.

387 *Ibid.*, V, AT XI, p. 28.

terra non soltanto nell'aria che respiriamo, ma anche in tutti gli altri corpi composti, fino alle pietre più dure e ai metalli più pesanti; e di conseguenza che in essa vi siano anche delle parti dell'elemento del fuoco, perché se ne trovano sempre nei pori di quello dell'aria.³⁸⁸

Le caratteristiche della natura sono date dal rimescolamento caotico di questi elementi: un caos «il più confuso e il più imbrogliato che i poeti possano descrivere», da cui si districano alcune leggi naturali (la legge di inerzia sulla natura del movimento, la legge dell'urto e la legge del moto rettilineo) mediante cui l'ordine che le parti assumono prende «la forma di un mondo perfettissimo e nel quale si possano vedere non soltanto la luce, ma anche tutte le altre cose, sia generali sia particolari, che si vedono nel vero mondo»³⁸⁹.

La fisica non è più solo lo studio dell'universale, ma la conoscenza dei corpi particolari e delle varietà naturali che le leggi della fisica permettono di comprendere e di conoscere attraverso lo studio dell'estensione e del movimento delle parti. Le diversità caotiche, oggetto dell'immaginazione, delle collezioni e dello stupore intellettuale, pertanto, sono riconducibili alla conoscenza evidente, sono scienza nella misura in cui non sono colte nella loro esteriorità, ma ricostruite per la loro struttura nell'ordine della ragione.

Descartes elimina, infatti, la teoria delle qualità ereditate dalla tradizione, «le qualità chiamate Caldo, Freddo, Umido e Secco, vi dirò – scrive nel *Monde*, – che [...] mi sembrano avere esse stesse bisogno di spiegazione»³⁹⁰, e riduce le qualità esteriori a elementi primi e misurabili: «possono essere spiegate senza il bisogno di supporre [...] alcun'altra cosa, oltre il movimento, la grandezza, la figura e la disposizione delle sue parti»³⁹¹. La distruzione della logica tradizionale³⁹², che già nelle *Regulæ* è compiuta

388 *Ibid.*, p. 30

389 *Ibid.*, VI, “*Description d'un nouveau Monde; et des qualités de la matière dont il est composé*”, AT XI, pp. 34-35.

390 *Le Monde*, V, AT XI, pp. 25-26.

391 *Ibid.*, p. 26.

392 Si veda *Le Monde*, VI, AT XI, pp. 35-36, «les Philosophes sont si subtils, qu'ils savent trouver des difficultés dans les choses qui semblent extrêmement claires aux autres hommes; et que le souvenir de

mediante la strutturazione di una teoria della conoscenza che non perda le qualità esteriori³⁹³, stabilisce un ordine evidente della conoscenza in cui le qualità delle cose non si definiscono di per sé, ma in relazione ad un'idea chiara e distinta.

La sua critica è netta: a Mersenne che gli aveva inviato un elenco delle qualità di Aristotele³⁹⁴ ricondotte alla natura degli elementi, Descartes risponde di aver redatto una lista più ampia, tratta in parte da Bacone³⁹⁵ e in parte elaborata personalmente, ma tale da rovesciare l'impianto tradizionale. L'elenco, tuttavia, non è utile in quanto mera raccolta di varietà, ma come insieme di caratteristiche che si possono spiegare: le qualità si risolvono nell'ordine meccanico e nell'evidenza della ragione: «è una delle prime cose

leur matière première, qu'ils savent être assez malaisée à concevoir, les pourrait divertir de la connaissance de celle dont je parle, il faut que je leur dise en cet endroit, que si je ne me trompe, toute le difficulté qu'ils éprouvent en la leur, ne vient que de ce qu'ils la veulent distinguer de sa propre quantité, et de son étendue extérieure, c'est-à-dire de la propriété qu'elle a d'occuper de l'espace [...]: mais ils ne doivent pas aussi trouver étrange, si je suppose que la quantité de la matière que j'ai décrite, ne diffère non plus de sa substance, que le nombre fait des choses nombrées; et s je conçois son étendue, ou la propriété qu'elle a d'occuper de l'espace, non point comme un accident, mais comme sa vraie forme et son essence».

393 Cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, XII, AT X, pp. 412-413, «bisogna in primo luogo pensare che tutti i sensi esterni [...] sentono soltanto per passività, allo stesso modo in cui la cera riceve una figura da un sigillo [...]: la figura esterna del corpo senziente viene realmente modificata dall'oggetto [...]. Per esempio, supponi pure che il colore sia quel che ti pare, non negherai che esso sia esteso, e di conseguenza avente una figura [*& per consequens figuratum*]. Che inconveniente seguirà mai, dunque, se, guardandoci dall'ammettere inutilmente qualche nuovo ente [...], non negheremo invero del colore quel che ad altri fa piacere, ma semplicemente faremo astrazione da ogni altra cosa [*abstrahamus ab omni alio*], tranne da ciò che per sua natura è figura [*quam quod habeat figuræ naturam*], e concepiamo la differenza che c'è tra il bianco, il ceruleo, il rosso, ecc. come quella che c'è tra queste o figure simili?».

394 La fonte non è sicura, probabilmente sono le quattro qualità canoniche tratte dal *De generatione et corruptione*, II, capitolo 2.

395 La fonte citata non è sicura, perché Descartes non torna mai più su questo passo; e non vi è prova di questa spiegazione delle qualità nel *Monde*. Tuttavia potrebbe trattarsi del *De augmentis scientiarum*, libro III, capitolo 4 in una pagina in cui Bacon propone una divisione di qualità. Nella divisione delle dottrine, l'autore divide la fisica in «*Schematismis Materiæ*, et [...] de *Appetitibus et Motibus*», i primi si dividono in coppie opposte: «*Densum, Rarum; Grave, Leve; Calidum, Frigidum; Tangibile, Pneumaticum; Volatile, Fixum; Determinatum, Fluidum; Humidum, Siccum; Pingue, Crudum; Durum, Molle; Fragile, Tensile; Porosum, Unitum; Spirituosum, Jejunosum; Simplex, Compositum; Absolutum, imperfecte Mistum; Fibrosum atque venosum, Simplicis posituræ sive Æquum; Similare, Dissimilare; Specificatum, non Specificatum; Organicum, Inorganicum; Animatum, Inanimatum; neque ultra rem extendimus*» (F. Bacon, *De augmentis scientiarum*, III, 4, in *Works*, ed. by J. Spedding, Fromman, Stuttgart, 1963, vol. I, p. 560).

che cercherò di spiegare. Farlo non sarà così difficile come si potrebbe credere, poiché, una volta posti i fondamenti, esse ne conseguono da sole»³⁹⁶. Le qualità, dunque, sono conosciute sull'impianto ordinato dalle leggi naturali e dall'unica causa: la spiegazione fisica ha una straordinaria rilevanza nella costruzione filosofica³⁹⁷.

Così, la conoscenza dei corpi materiali, unificata sotto la nozione chiara e distinta dell'estensione, presenta a Descartes un campo di indagine generale e di esercizio metodico: essa non appare più come il regesto enciclopedico e onnivoro delle collezioni naturalistiche e della storia naturale pliniana, o come tabulazione baconiana delle qualità attraverso l'induzione della forma, ma si definisce come una fisica ordinata all'evidenza intellettuale, che egli riconduce ad un sistema che non sia un semplice accumulo di oggetti dispersi e separati tra di loro: è un mondo, dunque, quello che Descartes edifica metodicamente, non solo la giustapposizione di frammenti, di curiosità, di rarità o di

396 Descartes a Mersenne (Amsterdam, gennaio 1630), AT I, p. 109.

397 La lista delle qualità di Bacon, infatti, è contenuta in un passaggio estremamente rilevante nella costruzione della nuova logica induttiva del Lord Cancelliere: in questo capitolo Bacon distingue le scienze tra loro, riordinando le quattro cause della tradizione tra la fisica (la causa efficiente e materiale) e la metafisica (la causa finale e formale). Bacon, infatti, annulla ogni scientificità alla metafisica e riduce il principio di causa allo studio fisico e, specialmente, alla prova dell'esperienza: la scienza si occupa solo della causa efficiente e materiale, dividendosi tra la Fabbrica delle cose e la Varietà di esse: solo quest'ultima compete all'uomo e si realizza, in quanto studio delle caratteristiche, sull'ordine della storia naturale. Di fatto, egli limita la matematica al campo delle ipotesi, esclude le affinità superstiziose e definisce il campo della fisica a metà tra la storia naturale, la mera constatazione dei fatti, e la metafisica, che tratta di cose astratte e costanti. La classificazione baconiana delle qualità, che avviene per coppie escludentisi, per forme o «schematismi della materia» opposti, mediante un metodo di raccolta che premunisce dagli errori e permette di trarre dagli elenchi e dai dubbi «nuove scoperte, perché i dubbi funzionano da spugne capaci di assorbire tutti gli avanzamenti del sapere», costruendo la conoscenza nell'incontro tra i fatti concreti riuniti assieme e organizzati in tavole, stabilisce il fondamento della piramide baconiana delle scienze, alla cui base c'è «la storia [...] e per conseguenza la base della filosofia naturale è la storia naturale». (F. Bacon, *De augmentis scientiarum*, III, 4, p. 179). L'oggetto del capitolo è il seguente: «Divisione della scienza speculativa della natura in fisica speciale e metafisica, delle quali la prima ha per oggetto la causa efficiente e la materia, la seconda ha per oggetto la causa finale e la forma. Divisione della fisica in scienza dei principi della realtà, scienza della struttura dell'universo, e scienza della varietà degli oggetti. Divisione di quest'ultima scienza in due parti; scienza del concreto e scienza dell'astratto. La divisione della scienza del concreto è identica a quella della storia naturale. Divisione della scienza dell'astratto in scienza degli schematismi della materia e scienza dei movimenti. Vi sono poi due appendici della fisica speculativa: i problemi naturali e le opinioni degli antichi filosofi. Divisione della metafisica in scienza delle forme, e scienza delle cause finali.» (F. Bacon, *De augmentis scientiarum*, III, 4, p. 158.)

singularità. La logica delle *Regulæ*, in cui la varietà è ordinata per induzione sotto l'unità dell'evidenza concettuale per intuizione dell'idea chiara e distinta e si esplica per deduzione in catene unitarie, ed è messa in opera nello studio della natura.

Lo studio delle varietà naturali mostra l'operatività sperimentale del metodo cartesiano: la scienza, infatti, non è un semplice assortimento di qualità esteriori, ma la ricerca del meccanismo che costruisce la struttura interna dei corpi stessi. Descartes lo dice attraverso un'analogia tra la meccanica naturale e la meccanica artificiale: la struttura dei corpi della natura somiglia all'ordine delle «piccole pietre di cui è composta una muraglia o [...] le tavole di cui è fatta una nave – scriverà a Mersenne nel 1638. – Si può, cioè, più facilmente separarle le une dalle altre che romperle, o congiungerle, o dar loro delle figure diverse; ma si possono fare anche tutte queste cose alla sola condizione di avere gli strumenti che sono adatti a questo scopo»³⁹⁸. La differenza tra i corpi materiali, infatti, è data dal modo in cui le piccole parti di materia sono aggregate in relazione alla loro dimensione e figura: le qualità non sono altro che il risultato di questa organizzazione interna. L'individualità di ogni oggetto, dunque, non è stabilita sulle qualità esteriori, bensì sulla struttura interna.

E ne riparla a Villebressieu, «uomo molto curioso»³⁹⁹ con cui nell'estate del 1631 aveva intrapreso un viaggio, e che si era occupato di meccanica e dello studio dei materiali e delle pietre. Non semplice artigiano meccanico, questi, infatti, ne aveva studiato i meccanismi di formazione. Descartes gli suggerisce di pubblicare i lavori che ha svolto, sia per costringere qualcun altro ad ampliarli con osservazioni ed esperimenti propri, sia per «disingannare i folli riguardo alle *sofisticazioni* dei metalli, sulle quali avete tanto lavorato e in modo così inutile»⁴⁰⁰. Mentre la prima ragione indica la necessità di una collaborazione scientifica moderna, quest'ultimo aspetto ci interessa per comprendere i lavori cartesiani; Descartes, infatti, riconosce negli studi curiosi e chimici dell'amico una conferma importante delle proprie ricerche e l'eliminazione di ogni

398 Descartes a Mersenne (Santpoort, 27 luglio 1638), AT II, p. 268.

399 Descartes a Mersenne (Endegeest, 7 dicembre 1642), AT III, p. 598: una curiosità a cui non attribuisce, dieci anni dopo, alcuna importanza. Cfr. *CM*, XI, pp. 363-364.

400 Descartes a Villebressieu (Amsterdam, estate 1631), AT I, p. 216.

rilievo qualitativo nella distinzione dei materiali,

avete osservato che la natura di questi elementi o primi composti chiamati terra, acqua, aria e fuoco consiste solo nella differenza dei frammenti ovvero piccole e grandi parti di questa materia, che cambia quotidianamente dall'una all'altra per il caldo e per il mutamento di quelle grossolane in sottili [...]. Sono del resto molto soddisfatto della vostra opinione, quando mi dite che i quattro elementi che hanno dato la materia, e il quinto che ne risulta, si sono così trasformati tutti e cinque in questo oggetto [...], e tutti insieme sono o l'animale, o la pianta o il minerale. Questo si accorda precisamente con il mio modo di filosofare e ritorna meravigliosamente in tutti gli esperimenti meccanici della natura che ho avuto modo di fare in questo campo.⁴⁰¹

Il rifiuto della sofisticazione dei metalli di natura alchemica si raccorda con quell'incontro parigino in cui il Signor Chandoux tenne un discorso anti-aristotelico sui principi della chimica, la cui relazione venne accolta con grande entusiasmo dagli astanti, ma verso cui il solo Descartes mostrò le proprie perplessità: la critica ad Aristotele, secondo questi, non sostituiva quel sapere con qualcosa che non fosse più che verosimile. Quella *nouvelle Philosophie* che aveva impressionato i dotti della compagnia parigina è distante dai «principi meglio stabiliti, più veri e più naturali»⁴⁰² su cui si costruisce la filosofia di Descartes.

In questa terza parte del mio lavoro intendo ricostruire la pratica sperimentale cartesiana mediante cui questi studi cercano un completamento: si tratta di itinerari e percorsi che testimoniano un esercizio metodico di esperimenti e riflessioni. Il metodo si confronta con le esperienze, che trasforma in esperimenti là dove li volge ad un fine particolare e ad un ordine di ragioni; l'obiettivo della ricerca, infatti, consiste nel trovare nella varietà delle cose una struttura comune quantificabile. Se da un lato la *correspondance* affastella diverse opzioni in un disordine spesso intricato, là dove nella

401 Descartes a Villebressieu (Amsterdam, estate 1631), AT I, pp. 216-217.

402 Descartes a Villebressieu (Amsterdam, estate 1631), p. 213.

comunicazione epistolare Descartes risponde alle sollecitazioni di Mersenne, reagisce ai suoi esperimenti, ne propone di nuovi e diversi, e ordina le conoscenze attraverso l'applicazione delle operazioni intellettuali, dall'altro lato nelle opere Descartes presenta dei risultati ordinati e compiuti. La corrispondenza è uno spazio di indagine analitica spesso frammentaria, che si rivolge ad interlocutori che non riescono a comprendere fino in fondo i fondamenti della scienza cartesiana. L'unità della scienza è restituita, infatti, dai risultati descritti nelle opere.

A. I minerali

Lo studio dei minerali e delle pietre in generale è vastissimo e, se pure relativamente poco presente nell'opera a stampa, è abbondante nell'epistolario. Descartes se ne occupa rispondendo alle sollecitazioni di Mersenne; quest'ultimo, incuriosito dai fenomeni naturali più disparati, interroga i propri numerosi corrispondenti per avere il loro parere e le loro spiegazioni: la ricchezza della corrispondenza evidenzia la vastità dei suoi interessi, la diversità delle risposte che riceve indica la varietà di teorie che si erano sviluppate nei diversi circoli culturali e che, tutte insieme, popolavano il mare magnum della scienza sperimentale francese. Se l'intento di Mersenne è quello di valutare le loro affinità e differenze e ricostruire, sulla base di un accordo scientifico generale, uno spettro di verità scientifiche che l'uomo può ottenere, è evidente la peculiarità delle posizioni di Descartes, talora attratto dalle questioni del *bon père* (le questioni dei pareli, dei fenomeni celesti), talora appassionato dagli argomenti (i temi musicali) che questi gli sottopone, talora rassegnato davanti alle sue insistenze pedanti. Descartes, infatti, risponde sottraendosi alla cultura della curiosità e della meraviglia che emerge dalla corrispondenza del frate Minimo, ma ricercando una spiegazione razionale puntuale e ricostruendo un sistema di cause meccaniche⁴⁰³ che ordini i singoli fenomeni

403 Cfr. Descartes a Mersenne (8 ottobre 1629), AT I, p. 23, «cercando la causa di quel fenomeno – scrive a Mersenne riferendosi ai pareli – [...]; ho dovuto interrompere ciò che avevo tra le mani per esaminare con ordine tutte le meteore prima di poterne essere soddisfatto».

in una catena di ragioni, al fine di ridurre le curiosità in un ordine legale. La conoscenza non è descrizione del fenomeno sensibile, ma catena di relazioni ordinate che il metodo coglie e disegna.

Il tema dei minerali è decisamente vasto e ricomprende in sé anche i metalli e le pietre. Dalla corrispondenza non si può trarre una data precisa che indichi la decisione iniziale di ricostruire filosoficamente questo tema. Se da un lato è connesso alla spiegazione dei pereli che nel 1629 dice di voler compiere e che corrisponde all'inizio degli studi che porteranno alla stesura del *Monde*, dall'altro lato si tratta di un lavoro *in fieri*, fatto più per «istruire me stesso», scrive aggiungendo di aver cominciato a studiare «la chimica e l'anatomia»⁴⁰⁴ e di imparare in modo diverso rispetto alla lettura dei libri, ripercorrendo, cioè, i criteri noti della sua filosofia: la conoscenza diretta (l'evidenza presente della ragione e la sperimentazione ordinata dall'intelletto) e non ereditata dall'autorità degli Antichi da un lato, e l'unità delle scienze: nello studio, infatti, la fisiologia e la chimica sono unite, dall'altro.

Probabilmente sono le istanze che gli sottopone Mersenne il vero momento di inizio dello studio, là dove a Descartes è richiesto di confrontarsi con le richieste del Minimo, infatti, egli risponde applicando il metodo teorizzato nelle *Regulæ* e portando a compimento diversi esperimenti per dirigere la deduzione verso l'oggetto richiesto. Il 18 dicembre 1629, per esempio, Descartes risponde al Minimo sugli «esperimenti»⁴⁰⁵ sul peso dei metalli, compiuti dall'amico e che egli stesso ha ripetuto. Nel febbraio successivo lo ringrazia «delle vostre osservazioni sui metalli»⁴⁰⁶, da cui, però, ammette di non riuscire a trarne grandi conseguenze se non a riguardo della difficoltà dell'argomento proposto. Oppure si compone di studi, per esempio «il fuoco scaturito dalle pietre»⁴⁰⁷, e altre curiosità simili che il frate gli sottopone. La corrispondenza di questi anni ci testimonia che la nascita di uno studio sulle pietre, la quale sfocerà nei

404 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 15 aprile 1630), AT I, p. 137.

405 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I p. 97.

406 Descartes a Mersenne (25 febbraio 1630), AT I, p. 122.

407 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I p. 88.

risultati descritti nelle opere, avviene attraverso esperimenti e analisi compiuti in risposta alle curiosità, alle richieste e ai suggerimenti di Mersenne.

Le notizie di quest'ultimo risultano utili alla ricerca del filosofo del metodo; sono informazioni che Descartes non raccoglie per l'interesse del dettaglio o dell'inconsueto, ma perché vuole analizzare le esperienze attraverso il proprio metodo e ricondurle all'ordine della ragione, riordinandole in un sistema fisico la cui unica autorità è l'evidenza intellettuale. Egli, infatti, invita il Minimo ad inviargli quelle esperienze «che giudicherete più degne di essere spiegate», con l'avvertenza, però, di limitarsi «principalmente a ciò che è universale e che tutti possono sperimentare [...]. Infatti, per quanto riguarda le esperienze particolari che si basano sulla fede di pochi, non la farei mai finita e sono deciso a non parlarne affatto»⁴⁰⁸. Le esperienze sono sottoposte al metodo, e l'esperienza quotidiana, quando non è troppo minuziosa e perciò inutile, deve essere riordinata dalla ragione.

A modo suo ne è testimone la corrispondenza con Ferrier sulla molatura delle lenti, preziosa perché esemplifica l'attività pratica del filosofo del metodo e sottolinea, attraverso la costruzione di una macchina per costruire lenti concave, l'applicazione di esperienze riordinate dalle leggi della luce e della rifrazione e dallo studio dell'anaclastica. Descartes opera in modo simile nel campo dei metalli e delle pietre, riconducendo, attraverso la pratica sperimentale, un modello teorico vero (l'estensione e il movimento) alla conoscenza fisica degli oggetti della natura. L'omogeneità e l'uniformità del reale, proprio di una natura ridotta all'ordine geometrico, si ritrova nello sviluppo di questo studio, là dove l'esperienza permette di ridurre le diversità, le particolarità e le curiosità delle pietre a leggi intelligibili e a unità concettuali evidenti.

§ 1. Le chimere dell'immaginazione e l'ordine della ragione

Nella corrispondenza cartesiana, come del resto nelle sue opere, forte è la critica del meraviglioso e dell'oscuro, confuso con il sublime e con il profondo da cui le *Regulae*

408 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I, pp. 84-85.

mettono in guardia e su cui lo scambio con Beeckman ci mostra una sorta di biografia (nelle lettere del 1619) e teoria (nella lettera del 1630). Il rifiuto dell'oscuro, sinonimo di *arcano*⁴⁰⁹ e quindi di impostura è totale.

Per quanto riguarda la conoscenza del mondo minerale, Descartes utilizza il metodo della ragione, rifiutando nettamente certa tradizione di carattere magico-simbolico, non meno che la teoria della conoscenza sensibile di aristotelica memoria.

Lo afferma ripetutamente, e ne dà una definizione rapida ma puntuale nel giudizio sull'opera del teologo-cabalista Jacques Gaffarel. Si tratta di un'opera sui talismani contro cui lo stesso Mersenne⁴¹⁰ si era mosso con forza e che cercava nell'amico un

409 Cfr. Descartes a Mersenne (Amsterda, 20 novembre 1629), AT I, p. 78.

410 La richiesta di Mersenne di un giudizio su Gaffarel rientra nella polemica molto forte tra il minimo e il teologo cabalista. Quest'ultima è riassunta molto bene di C. Buccolini, *Un testo sconosciuto di Mersenne contro la Cabala. La Responsio a Jacques Gaffarel*, in *Lexicon Philosophicum. Quaderni di terminologia filosofica e storia delle idee* 12 – 2012, a cura di A. Lamarra e R. Palaia, Firenze, Olschki, 2012, pp. 1-50. A seguito della scoperta di alcuni documenti inediti che permettono di aggiornare lo studio della polemica, l'autore ne ricostruisce ordinatamente i vari passaggi. Essa nasce a seguito del deciso attacco alla cabala contenuto nelle *Quæstiones in Genesim* pubblicate da Mersenne nel 1623; questi, infatti, confuta quell'orientamento di studi che uniscono la scienza alla religione attraverso la tradizione ebraica. J. Gaffarel, sacerdote cattolico e cabalista cristiano, nel 1625 risponde a Mersenne attraverso gli *Abdita divinæ cabalæ mysteria* (Parigi, 1625; alcune pagine sono contenute nella *Correspondance de Mersenne*, I, pp. 224-233), in cui attacca anche le *Epistolæ mathematicæ* di G. Raguseo (Parigi, 1623; cfr. *CM*, I, p. 234, N.-C. Fabri de Peiresc à P. de Valavez, 10 julliet 1625, «le P. Mersenne m'escript qu'il a esté faict un livre [...] contre luy et contre Ragusaeus sur le subject de la cabale»). La reazione di Mersenne si limiterà ad un breve opuscolo in difesa di Raguseo; mentre il suo confratello, François de la Noue, prenderà le sue difese (cfr. *CM*, I, p. 463, Mersenne à (F. de la Noue), avril 1626). Nel frattempo, Mersenne «qu'il voudroit prendre habitude avec des grands mathématiciens» (*CM*, I, p. 234) sta redigendo la *Synopsis mathematica*, un altro modo di opporre alla magia cabalistica l'evidenza matematica.

Nel 1628, di ritorno da un viaggio in Italia, Gaffarel, informato della polemica mersenniana, gli scriverà una risposta in appendice al *Dies domini sive de fine mundi* (Parigi 1629), in forma di lettera a Gassendi. Nel 1629, Gaffarel rinnova le proprie convinzioni esoterico-cabalistiche nelle *Curiositéz inouyez sur la sculpture talismanique des Persans, horoscope des patriarches, et lecture des étoiles*. Mersenne chiede ai suoi corrispondenti pareri sul libro; Gassendi si dimostra abbastanza favorevole (cfr. *Lettres de Peiresc*, IV, pp. 210, 216; à Peiresc 4 et 11 septembre), mentre J.-B. Van Helmont, pur condividendo l'interesse per le scienze occulte, esprime un giudizio negativo, «quand à la sculpture talismanique, il en faict rapsodie du superstitieux et de ce qui ne l'est pas. Et surtout il parle de lecture seulement, et partant sans fondement» (van Helmont à Mersenne, 26 septembre 1630, *CM*, II, pp. 530-540: pp. 532-533). Mersenne risponderà definitivamente attraverso le *Questions inouyez* nel 1634, mostrando che le figure talismaniche non hanno alcuna relazione con l'attrazione delle virtù astrali.

valido collaboratore polemico. «Non deve contenere altro che chimere – scriveva sprezzante –. Allo stesso modo, la testa parlante nasconde senza dubbio qualche impostura»⁴¹¹. Il giudizio cartesiano è tagliente: i talismani di cui si occupa Gaffarel, quell'insieme di “chiavi” naturali e artificiali con cui leggere il cielo, confondono ogni tentativo di ricerca della verità, sostituendo la severità del giudizio intellettuale con le chimere dell'immaginazione. Si tratta di chimere, cioè di studi fondati su ragionamenti oscuri e magici, propri di una scienza ancora legata al Rinascimento e più affine all'impostura che certi filosofi nuovi mascheravano come scienza vera, e che Descartes contrappone all'evidenza della verità della propria scienza. Quelle ricerche di cui Gaffarel non era che un esempio tra tanti univano «i principi attivi presenti in natura (le virtù manifeste e occulte degli enti sublunari) alla materia passiva»⁴¹² e avevano fatto proprie le aspirazioni della tecnica e della meccanica, confluite «nella magia»⁴¹³.

Il lavoro sui minerali e sui metalli, rispecchiando lo studio anatomico delle cose, è esemplare delle scelte metodologiche operate da Descartes, che rifiuta il verbalismo di certi chimici a lui contemporanei, la cui abilità si riduce «a usare parole che non sono di uso comune, per far mostra di sapere quel che ignorano»⁴¹⁴, arrivando anche all'assurdo di concepire plausibile la «risurrezione dei fiori per mezzo del loro sale», null'altro che

Se il giudizio di Descartes può sembrare sbrigativo e disinteressato – effettivamente non lascia spazio ad obiezioni; si può credere che questi conoscesse già il pensiero di Gaffarel e, senza bisogno di leggere approfonditamente il testo, può rifiutare quel contenuto che pretende di trovare nella figura di certe pietre (nell'immagine che noi accordiamo ad esse) la chiave per attrarre le virtù stellari e trasferirle agli uomini che le toccano.

411 Descartes a Mersenne (8 ottobre 1629), AT I, p. 25. Si trattava di una testa parlante ricostruita meccanicamente e che recitava preghiere.

412 V. Perrone Compagni, *Natura maga. Il concetto di natura nella discussione rinascimentale sulla magia*, in *Natura*, cit., pp. 243-267: p. 244. Si veda anche B. Lavillatte, *Magia naturale e territorio dell'esperienza nel Rinascimento*, in *L'uomo e la natura nel Rinascimento*, a cura di L. Rotondi Secchi Tarugi, Milano, Nuovi Orizzonti, 1996, pp. 47-64.

413 P. Hadot, *Le voile d'Isis. Essai sur l'histoire de l'idée de nature*, Paris, Gallimard, 2004; trad. it. Id., *Il velo di Iside. Storia dell'idea di natura*, Torino, Einaudi, 2006, p. 112. Per Ficino, inoltre, «la magia diventa ben più che una diligente applicazione di conoscenze fisico-astrologiche; costituisce invece lo strumento di ricongiungimento di quei modi di essere diversi nei quali si manifesta il principio creatore» (V. Perrone Compagni, *Natura maga. Il concetto di natura nella discussione rinascimentale sulla magia*, in *Natura*, cit., p. 251).

414 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, pp. 569-570.

«un'immaginazione priva di fondamento»⁴¹⁵. Immaginazioni, appunto, fantasie remote dallo studio del reale, cui Descartes oppone l'uso severo e metodico della ragione che analizza i fenomeni nei loro elementi più semplici, li normalizza alle idee chiare e distinte, riconducendo le varietà non a condizioni magiche, bensì alle unità concettuali.

All'esoterismo e alle suggestioni delle scienze rare e curiose – le scienze «più superstiziose e false»⁴¹⁶ che in giovane età aveva esaminato per guardarsi dall'esserne ingannato, cioè per evitare di farsi abbindolare «dalle promesse di un alchimista, [...] dalle predizioni di un astrologo, [...] dalle imposture di un mago, [...] dagli artifici o dalla vanteria di coloro che fanno professione di sapere più di quel che sanno»⁴¹⁷, cattive dottrine, pericolose per la scienza come per la vita, a cui nella seconda parte del *Discours* aggiungerà la spregiudicatezza e la ricerca del nuovo degli spiriti turbolenti e inquieti – Descartes contrappone l'esperienza delle cose e l'ordine della ragione. Per quanto riguarda i minerali, egli sostituisce lo studio della materia e del movimento alla ricerca di significati simbolici e di proprietà esoteriche, stabilendo una fisica della natura, e anzi una fisica filosofica che investe tutti i corpi nell'ordine della ragione.

Descartes sottolinea ripetutamente che la differenza tra le cose non risiede in quelle trasmutazioni materiali che gli alchimisti ricercavano e sostenevano di aver trovato, perché i corpi sono fatti della stessa materia e differiscono tra di loro «il fatto che le piccole parti della materia che compongono gli uni hanno figure diverse, o sono diversamente disposte, da quelle che compongono gli altri»⁴¹⁸. Le differenze non competono più alle qualità esteriori delle cose, ma alla loro struttura misurabile: la materia, così, non è più l'unico criterio nello studio delle proprietà delle cose, giacché alcune di queste dipendono «anche dalla grandezza e dalla figura»⁴¹⁹. Le caratteristiche dei minerali, infatti, dipendono dall'operazione di analisi che Descartes compie in modo sperimentale⁴²⁰, non dal ricondurre le diversità di questi a concetti immaginari e

415 *Ibid.*, p. 570

416 *Discours de la Méthode*, I, AT VI, p. 6.

417 *Ibid.*, p. 9.

418 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 570.

419 *Principia philosophiæ*, III, art. 122, AT VIII-1, p. 172. Si veda l'intero testo dell'articolo.

420 L'esempio cartesiano è quello dei liquori estratti dall'uva, «ce qu'on expérimente bien clairement, en

inesistenti.

§ 2. Le “tavole delle qualità” e le leggi della natura

Ridotta e ricondotta allo studio dell'estensione, del movimento e della figura, la scienza cartesiana della natura opera anche nel regno minerale con gli strumenti intelligenti del metodo dell'ordine e della misura, riducendo le differenze sensibili all'estensione misurabile. Questi studi riguardano soprattutto quelle proprietà dei metalli che sono suscettibili di quantificazione: le qualità, infatti, sono oggetto di incertezza e di dubbio, e pertanto escluse dalla ricerca scientifica.

A Mersenne che gli aveva inviato una tavola di metalli che ne elencava le qualità, Descartes rispondeva con un giudizio negativo: «è molto difficile fare esperimenti esatti in una tale materia»⁴²¹.

Nell'ordine del metodo questo è il primo esercizio: un lavoro di analisi seguito dall'enumerazione delle proprietà e sorretto dall'induzione che riduce la varietà al semplice. L'ordine commisura la diversità all'unità concettuale.

2.A. Il peso

La prima indagine, infatti, è quella di una determinazione quantitativa: il peso. La determinazione del peso specifico permette di individuare quelle caratteristiche proprie dei diversi esemplari naturali, minerali e metalli, individuandone un ordine di variazione intelligibile. La tavola che gli invia Mersenne in proposito è studiata con attenzione, benché i valori che riporta debbano sottostare ad uno studio diretto.

ce que le vin, e vinaire et l'eau de vie, qui sont trois divers extraits qu'on peut faire des mêmes raisins, ont des goûts et des vertus si diverses» (Descartes al Marchese di Newcastle, Egmond-Binnen, 23 novembre 1646, AT IV, p. 570).

421 Descartes a Mersenne (25 febbraio 1630), AT I, p. 123. Con ogni probabilità della stessa tavola si fa menzione nell'*Inventaire* di Stoccolma, si veda AT X, pp. 8-9, «*Par après Metallorum pondera. Et ensuite une petite table*». Inoltre, di seguito, «*Ensuite deux feuillets sous ce titre: Ex Kircheri de Magnete*», e ancora, «*deux feuillets sous ce titre: Historia metallorum*», riconducibili, questi ultimi, agli studi dei primi anni '30.

Si tratta di un tema che era stato al centro di studi importanti, i cui autori, da Ghetaldi (di cui Mersenne conosce i lavori e, in particolare, l'*Archimedes promotus*) a Galilei si muovono nel tentativo di portare a compimento la geometrizzazione della fisica⁴²²; anche il Minimo si occupa della determinazione⁴²³ del peso specifico e richiede a Descartes un parere sulle tavole che egli ha composto.

Descartes ne commenta i lavori, ne riproduce le esperienze e in alcuni casi propone all'amico qualche piccolo aggiustamento. Il rapporto tra alcuni metalli viene messo in luce: «quanto ai vostri esperimenti – scrive Descartes –, trovo il ferro certamente più pesante del rame, ma di così poco che la differenza è nulla; e poiché vi ho trovato sopra un po' di ruggine, temendo che sia stata questa ad appesantirlo, lo lascio arrugginire ancor più al fine di vedere se in seguito esso sarà ancora più pesante»⁴²⁴. Le differenze tra le idee di Descartes e le considerazioni di Mersenne sono presto dette: per

422 Cfr. P.D. Napolitani, *La geometrizzazione della realtà fisica: il peso specifico in Ghetaldi e in Galileo*, in *Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche*, vol. VIII, 1988, n° 2, pp. 139-237. Si veda anche D. Bertolini Meli, *The Role of Numerical Tables in Galileo and Mersenne*, in *Perspectives on Science*, vol. 12, 2004, n. 2, p. 164-190.

423 Nella corrispondenza di Mersenne sono presenti alcune esperienze sul peso dei metalli relativo allo studio della musica. Nella sua opera sull'armonia musicale, sia nella redazione latina (*Harmonicorum libri XII*, Lutetia Parisiorum, 1636) che in quella francese (*Harmonie Universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*, Paris, 1637), l'autore ci presenta una tavola in cui si indicano i pesi dei diversi materiali e il ruolo che questo peso ha nella promanazione del suono. I piccoli cambiamenti della tavola dei pesi tra l'edizione latina (vol. II, lib. IV, prop. VII, ed. Minkoff, p. 154) e quella francese (ed. CNRS, Paris, 1963, vol. III, lib. VII, prop. XVI, p. 28) indicano la rettificazione dei rapporti tra i pesi: si noti quello tra il piombo e l'oro comune; quest'ultimo passa dalle 2 onces e 27¼ grani in aria alle 2 onces e 71½ grani, dall'oncia, scrup. 7 e 50¼ grani in acqua a 1 oncia 7/8 e 50¾ grani; Mersenne, infatti, deve aver mutato quei valori seguendo il consiglio cartesiano presente nella lettera; si veda la citazione n. 65. I valori della seconda edizione, comunque, non sono ancora esatti, come nota lo stesso Mersenne e come Descartes aveva supposto.

Si noterà che una tavola che riordini lo studio dei corpi è presente anche in un'opera baconiana pubblicata nel 1653 sulla trascrizione di un manoscritto da parte del nederlandese Isaac Gruter, ma risalente alla seconda decade del diciassettesimo secolo, i *Phænomena universi*; si veda F. Bacon, *Philosophical studies c.1611-c1619*, ed. G. Rees, Oxford, Clarendon Press, 1996, vol. VI, pp. 14-18. Al di là del possibile quesito sulla diffusione europea di questo manoscritto prima della sua pubblicazione, è interessante notare le somiglianze e le differenze tra la tavola di Mersenne e quella dell'inglese: di fronte ad un sistema scientifico che aveva strumenti di raccolta simili, si possono vedere tre metodi diversi all'opera in un periodo storico molto vicino, quello baconiano, quello del minimo e quello cartesiano.

424 Descartes a Mersenne (18 dicembre 1629), AT I, p. 97.

quest'ultimo «l'oro [è] più leggero del piombo, mentre – scrive il filosofo del metodo – io trovo con evidenza il contrario [...]; l'argento puro ugualmente pesante nell'acqua e nell'aria, e il bronzo più pesante, il che è impossibile»⁴²⁵, in una riscrittura del peso specifico di grande rilievo. L'analisi dei metalli è metodica: Descartes confronta materiali diversi, ma identici per estensione. Nel confronto tra rame e ferro si accorge di una differenza di peso, forse determinata dalla presenza della ruggine. Lo studio non si ferma all'esame superficiale, cioè a quegli effetti visibili dell'arrugginimento, ma indaga la struttura interna del ferro; Descartes non descrive nel dettaglio gli esperimenti che compie, ma segue i criteri fondamentali di estensione e movimento a cui la natura dell'oggetto viene ricondotta. Mediante questi, pertanto, non si limita a conoscere gli aspetti esteriori del fenomeno, ma collega la variazione del peso alla variazione dell'estensione. Rompe il pezzo di ferro e ricerca la causa del cambiamento nella sua struttura, e a ragione, perché l'arrugginimento è un'ossidazione, cioè una trasformazione della figura in cui le piccole parti del ferro si dispongono. Si tratta di un percorso di analisi e divisione delle parti, al fine di individuare la variazione della struttura interna.

La diversità dei metalli, evocata nella tavola di Mersenne, così, viene ridotta a determinazioni specifiche e individuali, a «enti già noti, – l'estensione, la figura e il movimento, – [... che] vengono conosciuti in oggetti diversi mediante una stessa idea: non immaginiamo la figura di una corona in modo diverso se è d'argento o che sia d'oro»⁴²⁶. La differenza esteriore non caratterizza più le proprietà delle cose, ma sottolinea quegli aspetti che la differenza interiore definisce e che rendono evidente la nostra conoscenza. Le proprietà degli oggetti non si costituiscono più sulle qualità sensibili, ma sulla computazione matematica.

Le esperienze mettono in pratica i tentativi di stabilire relazioni naturali al fine di definire le proprietà delle cose. Il ruolo dei metalli, e in particolare del rame, pertanto, è convocato come medio proporzionale per la deduzione della pesantezza dell'aria rispetto a quella dell'acqua sperimentata da Mersenne; «ci sono molte cose da considerare prima di poter dedurre la proporzione» corretta, gli scrive Descartes suggerendogli di «pesare

425 Descartes a Mersenne (25 febbraio 1630), AT I, p. 123.

426 *Regulæ ad directionem ingenii*, XIV, AT X, p. 439.

una lamella di rame»⁴²⁷. Ricevuto il risultato, un mese dopo, può confermare a Mersenne la scoperta del «modo per pesare l'aria»⁴²⁸: il peso costante della lametta di rame, infatti, chiarisce che la variazione del peso non dipende dal riscaldamento o dal raffreddamento dell'Eolipila, ma «che ciò dipende dall'aria rinchiusa nella peretta, che è pesante, a dispetto dei peripatetici»⁴²⁹. Se la prima menzione dell'Eolipila, datata 25 febbraio 1630⁴³⁰, mostrava le incertezze del filosofo, che la ritiene inservibile, dopo anni di esperimenti egli riconosce la buona riuscita dell'esperimento e la soluzione della questione ricercata.

La diversità del peso, che in certi esperimenti disordinati sembra dipendere da tante variabili, è invece ricondotta da Descartes alla diversità del materiale: è la figura che le piccole parti compongono a definirne le differenze, poiché si stabilisce una proporzione fissa tra il materiale e la forma che questo assume: «se è di piombo, di ferro o di legno, se è rotondo, se è quadrato o di un'altra figura [...] possono cambiare questa proporzione»⁴³¹. La differenza non dipende più dall'esteriorità, ma dalla proporzione che

427 Descartes a Mersenne (Endegeest, 4 gennaio 1643), AT III, p. 609. Si noterà, nel prosieguo della lettera, un ulteriore richiamo al costo degli esperimenti, «bisognerebbe che il Signor Cardinale vi avesse lasciato due o tre dei suoi milioni per fare tutti gli esperimenti che saranno necessari per scoprire la natura particolare di ciascun corpo. Non dubito affatto che si possa pervenire a grandi conoscenze che per il pubblico sarebbero più utili di tutte le vittorie che si possono ottenere facendo la guerra» (ibid., p. 610).

428 Descartes a Mersenne (Endegeest, 2 febbraio 1643), AT III, p. 612.

429 Descartes a Mersenne (Endegeest, 26 aprile 1643), AT III, pp. 655-656.

430 Cfr. Descartes a Mersenne (25 febbraio 1630), AT I, p. 118, «ce que vous voyez sortir des Eolipyles, est semblable à ce que vous voyez ans les vapeurs ou fumées qui srtent de l'eau étant mise auprès du feu [...]. Et quand votre expérience eût réussi, vous n'auriez pas encore trouvé la proportion de l'air avec l'eau». Si veda anche il commento alla lettera del 4 gennaio 1643 contenuto in *The correspondence of Rene Descartes, 1643*, ed. by Th. Verbeek, E.-J. Bos, J. Van de Ven, cit., p. 13-14, in cui si riassume il percorso sperimentale dell'Eolipila, che coinvolge anche Beeckman e altri intellettuali. Nel 1644, infine, Mersenne pubblicherà nei suoi *Cogitata physico mathematica*, nella sezione *Phænomena hydraulico-pneumatica* (Prop. XXXIV-XXXIX, pp. 156-172), un esperimento simile a quello commentato da Descartes nella lettera, riportando una spiegazione simile a quella contenuta nella lettera del 23 febbraio 1643, «mais ce n'est pas de même d'une apprête de pain, ni de sucre, dans lesquels l'eau monte, à cause que ses parties sont en perpétuelle agitation, et que leurs pores sont tellement disposés, que l'air en sort plus aisément qu'il n'y rentre, et l'eau au contraire y entre plus aisément qu'elle n'en sort, ainsi que monte un épi de blé le long d'un bras quand on le met en sa manche la pointe en bas» (Descartes a Mersenne, Endegeest, 23 febbraio 1643, AT III, p. 633); si veda anche *CM*, XII, p. 77 nota alla riga 57.

431 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 13 novembre 1629), AT I, p. 73.

si stabilisce nell'intima natura delle cose.

La diversità del materiale, che incide nella conoscenza delle pietre, non è più legata ai significati simbolici o alle forme qualitative, ma deriva dal rapporto tra le grandezze delle parti della materia che l'analisi ritrova «*par épreuve et par raison*»⁴³². La diversità è dunque misurabile e riconducibile all'ordine della proporzione.

2.B. Le qualità: «*gravitas, levitas, durities, etc.*»

Il lavoro sui metalli è un lavoro di analisi. Descartes non è ancora interessato a definire il modo in cui le pietre si formino, ma si occupa principalmente di ridisporre le diverse pietre in unità concettuali. Intende capire perché sono diverse: la definizione del peso specifico, infatti, si muoveva in questa direzione. Si tratta di un lavoro di analisi, di riduzione delle diversità, compiuto attraverso esperimenti di frantumazione dei metalli e di esame particellare. Le qualità, con cui si definiscono le diversità dei metalli, infatti, dipendono dalle condizioni interne di questi ultimi.

Descartes compie alcuni esperimenti «abbastanza esatti»⁴³³, scrive a Mersenne, sulle qualità dei metalli. Si tratta di uno studio di analisi, attraverso l'uso del fuoco o di altre tecniche di corrosione dei corpi, che è sorretto dall'evidenza e dall'ordine intellettuale: da un lato egli compie esperimenti per la riduzione delle caratteristiche a unità, dall'altro per la classificazione di queste differenze entro classi concettuali definite. In una lettera dell'ottobre o novembre del 1631, Descartes afferma di stare lavorando alla spiegazione di tre caratteristiche su tutte, «*gravitas, levitas, durities, ect.*»⁴³⁴, a cui evidentemente ha ridotto tutte le altre varietà. L'ordine metodico riconduce le proprietà alla struttura interna dei corpi, in modo che il peso o la leggerezza, la durezza o la fragilità, la rigidità o la malleabilità, la flessibilità o l'elasticità siano condizioni dell'estensione e della diversa disposizione che le piccole parti di materia inerte acquisiscono, sono condizioni che variano non perché una certa materia abbia intrinsecamente la proprietà della durezza o della pesantezza, ma perché le sue parti sono più o meno coese tra di loro e

432 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I, p. 97.

433 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 15 aprile 1630), AT I, p. 141.

434 Descartes a Mersenne (Amsterdam, ottobre o novembre 1631), AT I, p. 228.

gli spazi che lasciano sono più o meno grandi.

Nel *Monde* scriverà che «la sola differenza [...] tra i corpi duri e quelli liquidi è che le parti degli uni possono essere separate l'una dall'altra molto più facilmente di quelle degli altri»⁴³⁵: le parti dell'acqua, per esempio, si intrecciano ma in un modo lieve, mentre quelle dei materiali più duri sono intricate tra di loro. La differenza dipende, pertanto, sia dalla disposizione delle piccole parti, dalla figura che compongono che dal movimento che queste piccole parti sono disposte a compiere. Gli esperimenti di Descartes sono veri e propri lavori di frantumazione dei corpi, attraverso l'azione del fuoco e delle acqueforti che separano i corpi tra loro. Si giunge, così, all'individuazione di quelle proprietà materiali che definiscono l'individualità degli oggetti. Studi sperimentali, appunto, che Descartes conduce in prima persona e che trasformano l'esame della natura dalla descrizione delle qualità sensibili alla ricerca delle strutture geometrico-meccaniche.

La fiamma «fonde i metalli» e le acqueforti «muovono e separano le parti di qualche metallo»⁴³⁶. Sono questi gli esercizi di analisi che Descartes compie. Come le parti del fuoco (il primo elemento) si agitano all'interno dei corpi rendendoli liquidi, così anche le acqueforti entrano nelle parti dei corpi. L'azione che questi materiali compiono, però, varia a seconda degli oggetti, e questo fa supporre a Descartes che, piuttosto che provenire da una “disponibilità” dei corpi ad essere bruciati, di aristotelica memoria, le differenze dipendono dalla struttura interna dei corpi. Rispetto al legno, le cui parti sono diseguali e piccole, «le parti dei metalli – infatti – sono pressappoco tutte uguali, [e la fiamma] non può muoverle l'una senza l'altra»⁴³⁷, componendo corpi completamente liquidi laddove il legno bruciato diventa fumo. La variazione dell'azione dipende dalla struttura delle piccole parti che compongono i corpi, dal modo in cui sono fissate tra di loro, dalla figura che costruiscono, eccetera, perché la fiamma, che è l'elemento più sottile, passa attraverso i pori dei corpi. In modo simile anche l'azione delle acqueforti

435 *Le Monde*, III, “*De la dureté et de la Liquidité*”, AT XI, p. 13. Si veda anche *Les Météores*, I, AT VI, p. 233.

436 *Ibid.*, pp. 14-15.

437 *Ibid.*, p. 14.

varia a seconda della figura e dell'estensione dei metalli. Descartes lo esprime consapevolmente in un commento alla filosofia di Samuel van der Straten richiestogli da Huygens: di fronte alle promesse strabilianti del primo e alla lettera stupita di Huygens⁴³⁸, Descartes risponde con sicurezza. Non ci si deve deve meravigliare se si sciolgono i metalli, perché l'esercizio con le acqueforti dimostra che sia tra le loro possibilità quella di dissolverli senza problemi. Dipende, infatti, dalla loro composizione materiale, sostiene il filosofo del metodo, il rendere possibile questa funzione di scioglimento. L'esame della struttura rende merito della diversità di reazione tra metalli e la cera: mentre i primi si liquefanno, la cera resiste. Descartes, infatti, sa ridurre il fenomeno a ragioni precise: le acqueforti «dissolvono più facilmente il ferro o l'acciaio del piombo, mentre l'argento vivo scioglie l'oro, lo stagno e il piombo, anche se non intacca il ferro o il rame e ancor meno gli altri corpi che non sono di metallo. *Le ragioni sono assai facili da immaginare per coloro che sanno che tutti i corpi sono composti di piccole parti diversamente unite e di diverse grandezze e figure*»⁴³⁹. Le acqueforti producono un movimento all'interno delle piccole parti dei metalli,

438 Cfr. Huygens a Descartes (nell'accampamento nei pressi di Berg op Zoom, 30 luglio 1638), AT II, pp. 668-669; si veda anche, *De Briefwisseling van Constantijn Huygens (1608-1687)*, ed. J.A. Worp, Martinus Nijhoff, Den Haag 1911-1917, vol. II, pp. 387-388, Aan R. Descartes; «je vous prie de savoir – scrive Huygens, – de par le Sr Van der Straten, philosophe extragavant, dont vous aurez ouï parler, qu'il s'offre à toutes les fois qu'il me plaira, de faire fondre dans la paume de ma main un diamant oriental, ou bien de l'or (qu'il dit se réduire en une sorte d'Argent-vif jaune) ou quelque autre métal, hormis le plomb et le cuivre, si je ne me trompe; et ce dans l'espace qu'il faut à prononcer bien peu de pater noster, au moyen d'une chose très facile à recouvrer, et si peu corrosive, qu'insensiblement on en supporte sur la langue. Il y a longtemps qu'il me presse de vous en assurer, en ayant, ce dit-il, par deux fois fait l'épreuve dans la main du marquis Spinola, en présence du Père Scribanus et autres Jésuites, qui s'imaginaient que la chose tendrait à quelque autre invention avantageuse: au contraire de ce que lui-même en suppose, désireux seulement d'entendre, s'il vous plairai l'instruire par raiseons, de ce qu'il y peut avoir dans la nature de capable à ouvrir si aisément les compositions plus solides et serrées. [...] Cela puis-je avérer: qu'il a cupé en un quart d'heure une barre de fin Acier, forgée exprés, d'une tranche si subtile, qu'à peine un poil de cheval y eût entré. Et dit, que nous ne sommes hamais sans porter sur nous de quoi il fait ce miracle, au moyen duquel on sait qu'l s'est souvent sauvé des plus fortes prisons des Archiducs [...]. A moins de cette science, j'abuse impudemment de vos heures précieuses».

Ho citato tutta questa parte dell'epistola di Huygens, per riportare le esatte parole che indicano quelle idee affrontate dalla filosofia cartesiana che, come si vedrà dalla risposta dà prova di scovare le ragioni e di ridurre i fenomeni incredibili a qualcosa di conoscibile razionalmente.

439 Descartes a Huygens (19 agosto 1638), AT II, pp. 671-672. (Corsivo mio.)

penetrandoli e rompendone i legami.

2.C. Esperienza, esperimento e metodo

Il *Monde* presenta le tipologie di esperimenti compiuti attraverso il fuoco e le acqueforti nella definizione delle qualità e delle caratteristiche. Si tratta di esperimenti di fusione e di scioglimento dei minerali, mediante cui intende definire le proprietà meccaniche della fissità, della durezza, della malleabilità, della fluidità e di tutte le altre qualità. Nel *Monde*, inoltre, i risultati sono spiegati per dimostrare l'errore della tradizione, per fondare la necessità di una nuova spiegazione scientifica e per definire alcune proprietà. Il Trattato si interrompe alla spiegazione della luce e alla descrizione della superficie del cielo: mancano i capitoli in cui Descartes avrebbe dovuto spiegare la natura delle singole parti con più cura rispetto ai primi capitoli.

Gli esami e le esperienze sono abbondanti e riducono le qualità di minerali e metalli a relazioni tra proprietà misurabili. Sono esperimenti in cui i corpi sono fatti agire tra di loro, in cui il fuoco permette una sorta di analisi materiale e violenta entrando nei corpi solidi e spezzandone le piccole parti. Le qualità dipendono dai legami strutturali delle piccole parti che compongono i corpi. È un lavoro di analisi vero e proprio in cui si enumerano i diversi casi di una qualità (per esempio la durezza) e li si ricollega a classi di equivalenza concettuale. Per esempio, nell'azione del fuoco sappiamo che alcuni corpi bruciano in modo diverso, ne enumeriamo i casi e ricolleghiamo questa differenza ad una caratteristica quantificabile ed evidente; lo studio della struttura interna, ridotta alla disposizione delle piccole parti in modo meccanico, permette di esaminare le differenze delle piccole parti, di intuirne le proprietà costituendo un'idea chiara e distinta e di ricollegare queste idee separate tra di loro a classi di equivalenza concettuale mediante cui conoscere tutti gli oggetti.

Se da un punto di vista puramente esteriore questi esperimenti non sembrano diversi rispetto a quelli alchemici, il fine, il metodo di analisi quantitativa, l'assenza di una ricostruzione astratta e costruita su categorie mentali e l'assenza di valenze cosmologiche e religiose indicano tutta la distanza che c'è tra Descartes (e la chimica

moderna) e gli alchimisti.

Ne abbiamo un esempio da un confronto tra due corrispondenti di Mersenne: Descartes, appunto, e Jean Baptiste van Helmont. Quest'ultimo, infatti, sosteneva una concezione alchemica della natura, secondo la quale la durezza dei corpi dipendeva dal ruolo del sale come coagulante: «Vous demandez *en quoy consiste la dureté des corps*. [...] licet sit salis proprium oggitium, ea tamen non fit admistione duri salis ad molliorem materiam, sed duntaxat coagulando sese una cum materia liquida, idque juxta proprietatum et distinctionis officia»⁴⁴⁰; o, ancora, in una lettera dello stesso gennaio, «6. *Quel principe donne le son le plus aigu?* Dico, id quod dat duritiem. Ad acuitatem facit et figura corporis trapidantis aut trementis, atque sic aerem verberantis ; sic cavitas etc. Consequenter sal plumbi facit tonum mutum, argenti acutum, etc»⁴⁴¹.

Benché rifiutassero la dottrina delle qualità, in realtà gli alchimisti la sostituivano con altre caratteristiche con un rilievo teorico simile, perdendosi dietro a questioni ancora

440 J.B. van Helmont à Mersenne, 11 janvier 1631, in *CM*, III, pp.12-13. Concezione presente in Paracelso, anche in numerose lettere ritorna il ruolo del sale come coagulante dei metalli e causa della loro durezza, a dimostrazione che la cultura francese era imbevuta di questa concezione; si veda, le Fr. François à Mersenne, 10 avril 1626, in *CM*, I, p. 453, «Discourant autrefois combien il i a plus de souphre, de sel et de mercure dans un metal que dans l'autre, je disois qu'on ne le pouvoit sçavoir *a priori* ou à la rigueur de la composition des susdits principes, mais bien *a posteriori* et par leur resolution». In una lettera del dicembre 1625, Lefebvre informa Mersenne sul corretto operare di un chimico di fronte ad una difficoltà inerente al ruolo delle sostanze, individuando in esse il ruolo centrale del sale, «ceux qui croyent que le flegme du vin enyvre, n'ont pas fait les separations de ses substances comme il faut, et encor moins consideré ses vertuz [...]. Ce que fait encore plus promptement et puissamment le sel fixe du vin, tiré et separé comme un bon Chymique doit faire [...]. Outre ces 3 liqueurs il s'en extrait encor trois selz, scavoir le *sel armoniac*, le *sel essenciel* [...], et le *sel fixe*», e la lettera prosegue con l'elenco delle qualità e del modo di lavorarle (Lefebvre à Mersenne, 14 décembre 1625, in *CM*, I, pp. 321-322).

441 J.B. van Helmond à Mersenne, 15 janvier 1631, in *CM*, III, p. 32. La costituzione dei corpi e dei metalli, così, non è disgiunta dallo studio delle differenze dei suoni delle diverse campane, argomenti che sono presenti anche nella corrispondenza cartesiana in grande abbondanza; si veda, su questa connessione, M. Mersenne, *L'Harmonie Universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*, Paris, Craoisy, 1936, 2 voll., v. I, Livre III, *Des mouvements*, Prop. XVI. Ancora, la corrispondenza è testimone precisa, «quant à la question du son des metaux, j'ay opiné qu'il ne provient d'autre principe que du divers meslange du souphre avec le sel. Mais de pouvoir determiner en quelle quantité et quelle attrampance ils sont dans chacune de leurs especes, je e pense point qu'on le vous puisse dire» (le Fr. François à Mersenne, janvier 1626, in *CM*, I, pp. 372-373). Si veda anche H. de Stanihurst à Mersenne, septembre 1625, in *CM*, I, pp. 280-281, “la cause des sons aux metaux”.

oscure e distanti dalla sperimentazione scientifica e dai temi ad essa più interessanti⁴⁴².

D'altro canto Descartes è lontano anche dalle teorie atomiste che ritenevano la durezza o duttilità come diretta conseguenza della distanza tra atomi immutabili, alla loro figura e alla loro qualità⁴⁴³. L'atomismo moderno riduceva i corpi a parti piccole, considerandole come vere e proprie unità misurabili, le quali mantenevano le qualità della figura che avevano composto, la massa, figura e durezza, mentre per Descartes la divisione dei corpi se non era infinita, quanto meno andava considerata indefinita: le caratteristiche dei corpi non erano dovute alle qualità degli atomi che li compongono, ma al movimento e all'estensione delle parti più piccole⁴⁴⁴. Queste ultime non sono unità qualitative in vece dei corpi più grandi, ma vere e proprie unità materiali, cioè, prive

442 Si può notare ancora la risposta di J.B. van Helmont a Mersenne, in cui la durezza è ricollegata a qualità cangianti dei metalli ed è considerata un valore estrinseco, conseguenza dell'azione di altri fattori più rilevanti, «5. Vous demandez *la proportion de dureté es metaux selon que le fer nous est donné*. Je dis studium inutile et difficillimum sine spe lucri aut fine utili. Le fer est si divers en soy comme il vient des mines et des forsges, qu'à paine il y a deux pieces de fer d'une mesme duireté [...]. *Item* le fer de Biscaye [...]; celui d'Irlande [...]. Celui de Damasco [...] et celui de Liege [...]. plein d'incostance, puisque la dureté depend souvent des choes exterieures et estrangeres qui ne sont ps du regne mineral. C'est pourquoy la durté ne peut donner cognoissance des natures, matieres, ou propriétés, et d'autant j'appelle ceste indagation inutile, et une sourcilleuse curiosité sterile» (J.B. van Helmont à Mersenne, 21 février 1631, in *CM*, III, p. 115).

443 Si veda I. Beeckman, *Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634*, ed. C. de Waard, Martinus Nijhoff, Den Haag, 1939-1953, 4 voll., III, p. 127, «13 septembre 1629 – Corporum quæ connexio malleationem, ducilitatem ec. Inferat». Inoltre, si vedano le pagine di B. Gemelli, *Isaac Beeckman. Atomista e lettore critico di Lucrezio*, Firenze, Olschki, 2002.

444 Cfr. *Le Monde*, III, AT XI, p. 12, «chaque corps peut être divisé en des parties extrêmement petites. Je ne veux point déterminer si leur nombre est infini ou non; mais du moins il est certain qu'à l'égard de notre connaissance il est indéfini». Si vedano, inoltre, *Les Météores*, I, AT VI, pp. 238-239, «afin que vous receviez toutes ces suppositions avec moins de difficulté, sachez que je ne conçois pas les petites parties des corps terrestres comme des atomes ou particules indivisibles, mais que, les jugeant toutes d'une même matière, je crois que chacune pourrati être redivisée en une infinité de façons, et qu'elles ne diffèrent entre elles que comme des pierres de plusieurs diverses figures»; i *Principia philosophiæ*, IV, art. CCII, AT VIII-1, p. 325, «At Democritus etiam corpuscula quædam imaginabatur, varias figuras, magnitudines et motus habentia [...]; et tanc ejus philosophandi ratio vulgo ab omnibus rejici solet [...]. Sed rejecta est, primo, quia illa corpuscula indivisibilia supponebat, quo nomine etiam ego illam rejicio [...]; tertio, quia gravitatem iisdem tribuebat, quam ego nullam in ullo corpore, cum solum spectatur, sed tantum quatenus ab aliorum corporum situ et motu dependet atque ad illa refertur, intelligo»; accanto alla gravità, qualità inerente agli atomi, l'atomismo coevo vi aveva aggiunto altre qualità che Descartes definisce non afferenti alle cose in sé, ma connesse all'estensione di esse e al movimento prodotto.

delle qualità che percepiamo nei corpi. Le piccole parti di materia sono tutte uguali, le diversità che costruiscono, infatti, dipendono dalle funzioni di estensione e movimento, ovvero dal modo in cui si dispongono e dalla figura che costruiscono muovendosi.

La distanza dall'atomismo è evidente. La ricostruzione meccanica dei metalli lo mette in luce: nell'analisi quantitativa, infatti, Descartes non è alla ricerca delle medesime qualità sensibili, ma trova solo un'unica materia che si aggrega. A differenza dei corpi metallici, per esempio, i liquidi sono composti da piccole parti meno unite solidamente, più mobili, veloci e sfuggenti: «per comporre il corpo più liquido che si possa trovare, che tutte le sue più piccole parti si muovano il più possibile diversamente l'una dall'altra e il più possibile velocemente [...]. E tutte le esperienze alle quali mi volgo mi confermano in questa opinione»⁴⁴⁵.

Oltre alla durezza e alla fluidità, dovuta ai legami più o meno forti di quelle piccole parti, anche l'opacità e la trasparenza dei corpi è studiata attraverso il sistema di relazione tra le parti della materia; «guardati con i microscopi – afferma Descartes a Mersenne, – [i piccoli corpi] appaiono trasparenti perché lo sono effettivamente; ma molti di questi piccoli corpi, messi assieme, non sono più trasparenti, poiché non sono uniti insieme uniformemente, e la sola disposizione delle parti, essendo diseguale, è sufficiente a rendere opaco ciò che era trasparente, come vedete che il vetro o lo zucchero candito, una volta pestati non sono più trasparenti, anche se ogni loro parte non smette di esserlo»⁴⁴⁶. Le qualità – opacità e trasparenza, durezza e fluidità, – così, non sono più assoluti, ma sono il prodotto dell'ordine in cui le parti che compongono le cose sono strutturate. Quel sistema scolastico fondato sulle qualità proprie dei materiali è negato in quanto falso, per Descartes la materia è tutta uguale e si struttura in modo diverso. Le azioni inspiegabili del passaggio di stato dovuto al fuoco, pertanto, non è né una proprietà simbolica, né una qualità di atomi inconcepibili, ma il movimento di piccole parti che rompono i legami dei corpi. La trasparenza, inoltre, non è la qualità dei corpi vuoti, ma una modalità particolare di disposizione della materia.

Lo studio sperimentale è orientato dal metodo: la catena di deduzioni si ritrova nella

445 *Le Monde*, III, AT XI, pp. 13-14.

446 Descartes a Mersenne (Amsterdam, gennaio 1630), AT I, p. 109.

natura attraverso la mediazione dell'esperimento che ne prova la connessione, come ricorda Dan Garber, «noi possiamo usare l'esperimento per delineare la catena di connessioni in natura e trovare che cosa dipende da che cose, e così noi possiamo usare le connessioni che troviamo in natura come una guida per le connessioni della nostra ragione»⁴⁴⁷. L'esperimento permette, infatti, di conoscere i fenomeni studiati come se ricostruisse un modello della natura sotto l'ordine della ragione, seguendo l'interrogazione dell'intelletto quesiti, decidendo che cosa cercare e operando direttamente sulle cose. In questo modo la varietà intricata della natura, che nell'esperienza quotidiana si presenta come una totalità inestricabile, viene ricondotta all'evidenza dell'intelletto. La complessità dell'oggetto è ridotta alle disposizioni delle nature semplici, ovvero a caratteri evidenti con cui ricostruire le diversità fisiche. Segue i procedimenti del metodo, Descartes fabbrica esperimenti per ridurre le difficoltà a punti particolari, ma utilizza il modello per non fermarsi a studiare tutti i casi, e riconduce le particolarità a classi di equivalenza concettuale mediante cui stabilire i rapporti tra le cose. L'esperimento di laboratorio è frutto di una preparazione intellettuale complessa e metodica, che si avvale di enumerazione e induzione come strumenti dell'intuizione: l'esercizio sulle diversità, infatti, ne ristabilisce le relazioni (attraverso l'induzione) e l'unità (attraverso l'intuizione).

Non si tratta di compiere esperienze infinite alla ricerca di tutti i dettagli minuti, come scriveva Descartes a Mersenne accusandolo, forse esageratamente e con poca clemenza, di essere troppo curioso, ma di compierle seguendo un ordine giusto: la ragione, infatti, conosce la verità delle cose nella semplicità e nella generalità, perdersi dietro alla varietà infinita dei dati sensibili è pericoloso e fallace. Descartes lo dice con chiarezza in rapporto alle esperienze di Francis Bacon, utili sì, ma solo se si occupano di condizioni semplici⁴⁴⁸, per quelle più complesse spetta alla ragione stabilire un ordine

447 D. Garber, *Descartes and Experiment in the Discourse and Essays*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, cit., p. 301

448 Cfr. Descartes a Mersenne (Amsterdam, 23 dicembre 1630), AT I, pp. 195-196, «desiderate conoscere un modo per fare esperimenti utili. Dopo quel che ne ha scritto Verulamio, non ho altro da dire al riguardo, se non che, senza essere troppo curiosi nella ricerca di tutti i minuti dettagli che riguardano una materia, bisognerebbe soprattutto fare delle raccolte generali di tutte le cose più

della conoscenza.

Lo studio dei metalli è un esemplare esercizio metodico, allora, perché ne riduce le varietà all'analisi della natura intima, eliminando le condizioni contingenti e accessorie, intuendo le caratteristiche dell'oggetto e riconducendo la varietà all'ordine. La sperimentazione cartesiana, infine, trasmette un sistema moderno entro cui diventa possibile inserire anche tutti quegli studi di mineralogia che erano ben distanti dall'alchimia e che mostravano ingenti progressi nei confronti della tradizione aristotelica, senza aver mai definito un sistema teorico compiuto e moderno. È il caso, per esempio, del sassone Georg Bauer, noto come Agricola. Questi aveva sviluppato uno studio minerario vicino alla scientificità moderna dei secoli successivi; allievo di Erasmo, infatti, egli aveva attaccato l'impianto alchemico (dalla terminologia oscura alle pretese sovranaturali, alla confusione tra l'operare della natura e quello dell'uomo, alla concezione che i metalli nascano da semi come le piante) e nel suo *De re metallica* (1556) aveva illustrato le caratteristiche dei metalli accanto alle informazioni pratiche sulle modalità estrattive, per arrivare fino alla descrizione delle malattie dei minatori. Si tratta di studi metallurgici pre-moderni, in cui lo studio quantitativo è accompagnato da aneddoti, buoni consigli, suggerimenti di vario ordine. Descartes riduce la scienza all'analisi meccanica, conferendole legittimità moderna nell'ordine metodico della ragione.

comuni, che sono certissime e che si possono conoscere con facilità [...]. Quanto alle [esperienze] più particolari, è impossibile che non se ne facciano molte superflue, e anche false, se non si conosce la verità delle cose prima di farle». La verità, cioè la ragione delle cose deve essere conosciuta con evidenza, altrimenti sarà alto il rischio di compiere esperienze ripetitive e prive di senso scientifico. Netta, quindi, la critica cartesiana allo sperimentalismo diffuso in Francia sulla scia di un pensiero sperimentale giustificato logicamente da Francis Bacon e riordinato da questi. Infatti, tutto si può dire, tranne che Mersenne sia un estimatore del Lord Cancelliere, per quanto ne legga i volumi con interesse e si prodighi per ripetere le esperienze che questi aveva suggerito nell'avanzamento della scienza.

§ 3. Dalla curiosità alla scienza

È la ragione a guidare l'esperienza e a costruirla in modo intelligente⁴⁴⁹, coniugando osservazione e metodo. Teorico dell'ordine, Descartes ne applica i criteri metodologici nello studio dei minerali, dimostrando la bontà della funzione di fondazione, di comprensione e di riferimento che il metodo ha. L'ordine del metodo viene seguito e utilizzato anche là dove la curiosità affastella condizioni molteplici e disomogenee e dove il fenomeno sembra sfuggire alla legalità naturale: la teoria dell'ordine, l'evidenza della ragione, la chiarezza e la distinzione, pertanto, sono regole di riduzione delle curiosità all'ordine scientifico.

3.A. Il fuoco prodotto dalle pietre

Un esempio particolarmente interessante dell'applicazione metodica è il fenomeno spettacolare e misterioso delle pietre, «*de igne ex silicibus excusso*»⁴⁵⁰, per dirla con lui. Questo fenomeno suscitava meraviglia: il fuoco era un elemento distinto dalla terra e non vi era alcuna spiegazione credibile che rendesse conto del suo prodursi dalla pietra. D'altra parte metteva in scacco l'unità della natura. La filosofia naturale della tradizione era disarmata di fronte a tale irregolarità. L'alchimia, d'altra parte, aveva risposto a questa anormalità ricorrendo alla “qualità vitale” della luce presente nei corpi animati attraverso un elemento chiamato *magnale*⁴⁵¹, a cui van Helmont, interrogato da

449 Cfr. Descartes a Beeckman (Amsterdam, 17 ottobre 1630), AT I, p. 160: le invenzioni, le scoperte, la scienza, infatti, dipende «dalla forza della sola intelligenza e dalla guida della ragione». A Mersenne scrive, il 23 dicembre di quello stesso anno, che si compiranno esperienze false «se non si conosce la verità delle cose prima di farle» (Descartes a Mersenne, Amsterdam, 23 dicembre 1630, AT I, p. 196), ovvero se non si segue l'ordine della ragione.

450 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I, p. 88.

451 Cfr. J.B. van Helmont à Mersenne, 30 janvier 1631, in *CM*, III, pp. 58-60, in particolare, «vous vous offensez que l'animal vivoit d'une lumiere [...]. 11. Vous demandez: *de quelle cause dependeroit ceste lumiere? Non du Soleil qui se cace subs l'horizon de nuict, ny de l'ame du monde*, etc. - Prenez, je vous prie, un charbon ardent, qui vous dire que sa lumiere ne vive de l'Ame de l'Univers, ni du Soleil, ains de la lumiere depascente, qui estant une fois concentree, ne cesse tant qu'elle n'ait fait son operation et cours qui est de separer les heterogenes et de se paistre de l'humeur graisse et d'avoir restably la perte du *magnale*. [...] Le feu pendant que sa pluralité de lumiere, faict dissolution

Mersenne, era ricorso, utilizzandolo come *medium*⁴⁵² per spiegare quella stranezza. Le pietre si accendono per una qualità interna che le “abita”.

Mersenne ne aveva richiesto la spiegazione anche a Descartes che, invece, aveva risposto studiando il fenomeno nella sua concretezza sperimentale: analizzando, cioè, le pietre e il fuoco stesso. La fiamma è composta di piccole parti di un elemento diverso da quello della terra, ma in quanto materia è suscettibile di un trattamento analogo agli altri elementi. Si tenga conto, poi, che nei corpi naturali l'elemento del fuoco è mescolato agli altri elementi che li compongono. Ricostruita a partire da questi fondamenti, la spiegazione cartesiana del fenomeno appare molto più semplice rispetto alle soluzioni di chi vi vedeva una sorta di generazione spontanea, o di chi aveva aggiunto un elemento oscuro. Il fuoco prodotto dalle pietre, scriveva «è della natura di ogni altro fuoco»⁴⁵³. Esso non è generato da una qualità occulta contenuta in esse, nascosta chissà sotto quale forma, ma è prodotto dallo sfregamento di due pietre, il cui movimento sposta le piccole parti di queste, le rompe e fa fuoriuscire dalla pietra le parti del fuoco. Il movimento⁴⁵⁴ rapido, pertanto, libera le parti dell'elemento del fuoco che nella loro azione producono la fiamma.

Nella lettera Descartes non si sofferma a spiegare il fenomeno, perché «ci vorrebbe un lungo discorso per [farlo], che cercherò di fare nel mio piccolo trattato»⁴⁵⁵. La

d'un corps, il se nourrit de la partie grasse et qui aultrement exhalant se reduict en une exhalation grasse et en huyle, mais estant enflammee icelle, l'huyle (qui n'est qu'un feu coagulé) se reduict à sa premiere matiere du *magnale*. Si veda anche J.B. van Helmont à Mersenne, 6 février 1631, in *CM*, III, pp. 82-84, in particolare, «Rogas cur *magnale* oderit ignem magin quam aquam, eo quod dicam in rarefactione aquæ effugere *magnale*? - Scias *magnale* habitare in omnibus elementis, non in igne culinario, quia rerum est mors artificialis, ut alias dixi».

452 Cfr. J.B. van Helmont à Mersenne, 21 février 1631, in *CM*, III, pp. 111-112, «1. Le *magnale*, selon nostre escole, n'est pas corps comme les aultres, ny esprit incorporel comme les aultres, mais est medium aliquod totius universi inter corpus et non-corpus. Is sui consumptione in nihilym redifitur, prout animæ brutorum. [...] Illud *magnale* est instr animæ universi, de qua in aliis egimus, et est propemodum spiritus et propemodum corpus, ideo inter utrumque ambigens». Benché, soprattutto per la sua condizione aerea, il *magnale* faccia pensare alle proprietà dell'ossigeno, van Helmont rifiuta che l'aria abbia tali proprietà e continua a credere nell'esistenza del suo *magnale*.

453 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I, p. 88.

454 È questo movimento, infatti, a spiegare completamente il fuoco e la sua natura, e «non sarà necessario che in essa si trovino altre qualità» *Le Monde*, II, AT XI, p. 9.

455 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I, p. 88. Tuttavia non si trova nel *Monde*

spiegazione non dipende da nuove ragioni, ma si ritrova nell'ordine della fisica che il *Monde* ricostruisce – là dove si parla del fuoco – e attraverso gli esempi di esperienze quotidiane tradotte in scienza: «vi sono numerose esperienze che avvalorano questa opinione», tra cui l'esempio delle mani, perché «sfregandosele, le si scalda»⁴⁵⁶, scrive. L'unità della fisica viene qui riproposta: il movimento in generale crea calore, sia che si tratti dello sfregamento delle mani, sia che si tratti del battere delle pietre; in questo secondo caso la presenza delle parti del primo elemento non ne limitano l'azione alla produzione di calore, ma trasformano quel calore in fuoco. L'esame di Descartes ha riportato la causa del fuoco (la presenza del primo elemento) alle condizioni delle pietre. Se è vero che lo sfregamento produce calore, affinché le pietre provochino il fuoco è necessaria la presenza delle parti all'interno della pietra che il movimento meccanico libera e aziona. Sottoposto a questa teoria, un esperimento può restituire la verità del fenomeno.

Sarà solo nei *Principia philosophiæ*, pubblicati più di dieci anni dopo, che si trova un articolo dedicato a questo tema, «LXXXIV – *Quomodo ex silicibus excutitur*».

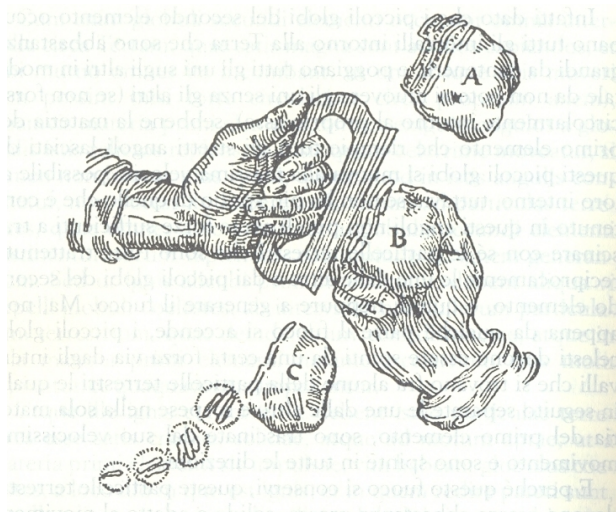


Illustrazione 2: Il fuoco scaturito dalle pietre. Principia philosophiæ IV, art. LXXXIV, AT VIII-1, p. 251.

o nelle *Météores* alcun passaggio in cui spieghi questo fenomeno; tuttavia, dato che c'è la spiegazione dell'origine del fuoco, basta poco per trasferire quella al fenomeno. Che sarà, invece, spiegato nei *Principia philosophiæ*, IV, art. LXXXIV, AT VIII-1, pp. 251-252.

⁴⁵⁶ *Le Monde*, II, AT X, p. 10.

In questo articolo, corredato dall'immagine riportata, infatti, la spiegazione del fenomeno si accompagna ad una sua riduzione dalla curiosità alla scienza: «non c'è nulla di più comune – scrive – [...] e ritengo che questo accada perché le pietre sono abbastanza dure e rigide e nello stesso tempo abbastanza friabili»⁴⁵⁷. È il movimento delle pietre che agita le particelle a rendere impossibile all'aria di occuparne gli interstizi che vengono lasciati liberi alle particelle del primo elemento, il «più sottile e più penetrante che sia al mondo»⁴⁵⁸; quest'ultimo, dunque, liberato dalla presenza dell'aria, occupa gli spazi secondo la teoria dei vortici e dà luogo alle scintille. Il fenomeno dipende dalla struttura dei corpi ed è conseguenza dell'esercizio meccanico a cui le pietre sono sottoposte, che sposta le parti dell'aria e muta la struttura delle pietre.

La spiegazione segue la logica del metodo, là dove riduce il problema a questioni singolari, ne enumera le diversità e intuisce quella condizione che causa il fenomeno⁴⁵⁹.

3.B. I “puntoni di fuoco” e altre curiosità

Un altro fenomeno che destava meraviglia e favoriva superstizioni è quello dei fuochi che si vedono accendersi in cielo. Che sono oggetto più di ricostruzioni letterarie

457 *Principia philosophiae*, IV, art. LXXXIV, AT VIII-1, p. 251. Si potrà notare che, se da un lato la qualità del fuoco è espunta dagli oggetti: le pietre non lo producono più in quanto la posseggono, ma perché subiscono un movimento che le agita, dall'altro lato Descartes ritiene che il fuoco si produca perché le parti delle pietre «sbalzano via [...] e, galleggiando nella materia del primo elemento, la sola a trovarsi intorno a esse, producono il fuoco» (*Ibid.*, p. 252). Di fatto, Descartes non trova ancora una spiegazione dell'origine del fuoco, se non che esso appartenga in qualche modo ad un elemento presente nell'aria che si aziona allorquando viene agitato e mosso.

458 *Le Monde*, V, AT XI, p. 24.

459 Di fatto la spiegazione di questo fenomeno non è per nulla differente da quella fornita all'arcobaleno nelle *Météores*, di cui si trova esplicitato il metodo in D. Garber, *Descartes et la Méthode en 1637*, in *Le Discours et sa Méthode*, Colloque pour le 350e anniversaire du *Discours de la Méthode*, publié sous la direction de N. Grimaldi et J.-L. Marion, Paris, PUF, 1987, pp. 65-87; p. 75, «des questions 1 à 5 constituent une réduction de la question initiale [...]. La réduction se termine par une intuition concernant la nature de la lumière et la façon dont elle traverse le corps. [Ensuite, il y a ...] l'étape de reconstruction de la méthode», raffigurato nella pagina 76 con una tabella precisa. Si veda, sull'arcobaleno, J.-R. Armogathe, *L'arc-en-ciel dans le Météores*, in *Le Discours et sa Méthode*, cit., pp. 145-162. J.-R. Armogathe, *The rainbow. A privileged epistemological model*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster and J. Sutton, London and New York, Routledge, 2000, pp. 249-257.

che di studio scientifico per «l'ignoranza che rende false ed esagerate le relazioni»⁴⁶⁰. Nel cielo, infatti, non si trovano sparse quelle qualità che l'alchimia o le altre tradizioni ritrovavano anche in quei minerali che si infiammavano, ma il fenomeno luminoso dipende dal movimento delle parti dei cieli, dalla presenza del primo elemento e dai fenomeni atmosferici che ne *Les Météores* ricostruisce con ordine.

Se questo fenomeno acquista il sapore del meraviglioso, Descartes ne riduce la conoscenza ad un'applicazione metodica ordinata: distinguere le cose e le relazioni che creano, riflettendo induttivamente «sui loro rapporti reciproci, e concependo distintamente più cose insieme»⁴⁶¹. La riduzione, infatti, isola quell'unità che l'intuito conosce con evidenza e attraverso cui si può ricostruire la complessità del fenomeno: le diverse condizioni che vi si aggiungono, infatti, vanno ricondotte a quell'evidenza unitaria.

3.C. La pietra di Bologna. Un fenomeno incomprensibile e la crisi del sistema cartesiano

Collegato alle meraviglie delle pietre che emanano luce, l'interesse di Descartes è destato da un altro fenomeno: la pietra fluorescente bolognese. Nel 1641, infatti, un corrispondente anonimo – si firmerà Hyperaspiste – gli sottopone il caso la Pietra di Bologna, che aveva fatto scalpore nella cultura dell'epoca⁴⁶², come esempio di un

460 *Les Météores*, VII, AT VI, p. 323, «non appartengono alle meteore, non più dei terremoti e dei minerali, che numerosi scrittori ammassano insieme», scrive Descartes, utilizzando un lessico francese «que plusieurs écrivains y entassent», che ho cercato di rendere nel significato del riunire senza un ordine preciso attraverso il verbo ammassare. L'intera ultima parte, infatti, è un attacco al modo di pensare comune e di fare scienza della tradizione.

461 *Regulæ ad directionem ingenii*, XI, AT X, p. 407.

462 Si tratta di un minerale scoperto da un calzolaio bolognese, Vincenzo Casciarolo, che si diletta di cose chimiche; questi, tra il 1602 e il 1604, girando nella campagna bolognese, vide scintillare una pietra: dopo averla fatta cuocere si accorse che riluceva al buio. La Pietra colpì l'immaginario popolare e la curiosità, suggerendo le teorie più fantasiose. Secondo alcuni, infatti, poteva trattarsi della cosiddetta Pietra Filosofale, riconoscendole accanto all'effetto magico di trattenere la luce, la capacità di trasformare gli altri metalli in oro.

Innumerevoli le teorie sviluppate, essa fu menzionata nella polemica tra Galilei e Fortunio Liceti, allorché quest'ultimo nel *Litheosphorus, sive de lapide Bononiensi* (Udine, 1640) contestò a Galilei che la luce della superficie lunare fosse il riflesso dei raggi solari sulla superficie terrestre, ritenendo

minerale che conserva la luce. Nelle idee di Hyperaspiste, tale questione era connessa con il problema teologico dell'azione divina, ed era sollevata come obiezione contro l'assunto cartesiano per cui nulla «*possa conservarsi nel suo essere senza il continuo influsso di Dio*»: la pietra bolognese, infatti, può illuminare una stanza chiusa, conservandosi «anche senza l'influsso di Dio»⁴⁶³.

L'esempio è particolarmente interessante perché interroga Descartes su più temi connessi tra loro. La pietra che emana luce mette in crisi la fisica cartesiana? È essa una meraviglia inspiegabile che il metodo non può ridurre alla conoscenza? Di quale natura è la sua luce, se la luce può provenire solo dal Sole, di cui le altre illuminazioni sono una semplice emanazione? Qual è l'azione di Dio nell'universo?

La pietra, infatti, è un oggetto che suscita stupore e meraviglia – si trattava forse della famosa pietra filosofale? Esempio eccezionale, prima che fenomeno fisico, la pietra bolognese sembra porsi al confine estremo della scienza e sottopone il metodo ad una prova di forza: fornire una spiegazione senza rompere il sistema unitario della fisica, cioè senza ricorrere alla creazione di altre sostanze con proprietà diverse.

Nella risposta Descartes si limita ad affermare che «la luce del Sole non viene conservata in quella famosa pietra di Bologna, ma che, invece, una nuova luce viene accesa in essa dai raggi solari, e questa poi vediamo risplendere nell'ombra»⁴⁶⁴. Egli normalizza il fenomeno alla sua teoria fisica della luce e allontana l'ipotesi di una

che il fenomeno fosse simile a quello della pietra di Bologna, cioè che i raggi avessero illuminato l'ambiente circostante il corpo della Luna e le pietre ne avessero trattenuto la luminosità. Nicolò Cabeo e Athanasius Kircher, da parte loro, ritennero che la pietra fosse una sorta di magnete per la luce. La sperimentazione chimica, finalmente, giungerà a dividere gli elementi che la compongono e a riconoscere la causa dell'effetto. Nel frattempo la pietra è stata argomento di discussione e di interesse in tutta Europa; ne parla J.B. van Helmont nel *Magnum oportet*, trattato contenuto nell'opera postuma *Ortus medicinae id est initia physicae inaudita*, Amsterdam, 1648, §§ 35-36. Ne riferisce anche Gassendi nella biografia di Peiresc: il funzionamento della pietra di Bologna viene da questi paragonato agli umori dell'occhio che trattengono la luminosità, «il avait estimé que, si la lumière du soleil en même temps que sa chaleur s'imprime sur un rocher à Bologna, de même la lumière, ou une blancheur, s'imprime sur l'humeur vitrée, et [...], y crée une sorte d'ombre de soi-même» (P. Gassendi, *Peiresc, 1580-1637. Vie de l'illustre Nicolas-Claude Fabri de Peiresc, Conseiller au Parlement d'Aix*, trad. par R. Lassalle, Paris, Belin, 1992, p. 229).

463 X*** a Descartes (Parigi, luglio 1641), AT III, p. 405.

464 Descartes a X***, (Endegeest, agosto 1641), AT III, p. 429.

sostanza diversa. Tuttavia chiarisce che non si tratta di una spiegazione scientifica completa; ancora cinque anni dopo ad un'altra obiezione risponderà che , «ne ho sentito parlare [...], ma non l'ho mai vista, e così sarei temerario a voler dire la ragione»⁴⁶⁵. La completezza scientifica si può ottenere solo attraverso un'attenta osservazione e un esame materiale dell'oggetto.

Ciò che è interessante è che nella risposta all'Hyperaspiste Descartes non esita a riproporre alcuni principi della propria filosofia: dalla metafisica della causa – l'impossibilità della creazione dal nulla; la necessità di una causa naturale, l'unica causa ultima, infatti, non è che Dio⁴⁶⁶ – alla fisica della luce – la meccanica della luce e l'azione dei raggi del Sole, il rifiuto della teoria della trasparenza dei corpi – alla dottrina del metodo – il rifiuto dell'autorità e de sentito dire, l'esigenza di elementi di chiarezza e distinzione nella ricerca della verità – fino alla definizione della scienza come costruzione sperimentale basata su ragioni evidenti. Là dove la deduzione non può ricostruire la spiegazione del fenomeno, infatti, non ci si può abbandonare a suggestioni⁴⁶⁷, ma occorre esaminare ogni fenomeno con ordine, osservarlo e compiere esperimenti precisi.

Descartes ne intuisce la direzione metodica di spiegazione, ma si tratta di esperimenti

465 Descartes a Colvius (Egmond-Binnen, 5 ottobre 1646), AT IV, p. 517.

466 L'obiezione dell'anonimo nasceva dalla risposta di Descartes alle obiezioni di Gassendi edite nelle *Meditationes* e che Padre Mersenne stava facendo girare tra i suoi conoscenti e corrispondenti, «quando negate che noi abbiamo continuamente bisogno dell'influsso di una causa prima per conservarci – scrive Descartes –, negate una cosa che i metafisici tutti affermano come manifesta [...]. Così, l'architetto è la causa della casa e il padre è la causa del figlio solo *secundum fieri*, [...] ma il Sole è la causa della luce che da esso procede e Dio è la causa delle cose create non soltanto *secundum fieri*, ma anche *secundum esse*» (R. Descartes, *Meditationes de Prima Philosophia, Responsio authoris ad quintas objectiones*, AT VII, p. 369). Per questo, quindi, Descartes risponde in tal modo, preoccupandosi, cioè, di difendere l'origine in Dio di ogni cosa, piuttosto che cercando di spiegare la pietra.

467 Cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, VIII, AT X, p. 400, «invece, tutte le volte che applicherà la mente alla conoscenza di qualcosa, o la acquista integralmente, o si renderà conto con certezza che essa dipende da qualche esperimento che non è nelle sue possibilità, e pertanto non incolperà la sua intelligenza, sebbene sia costretto ad arrestarsi lì, o infine dimostrerà che la cosa cercata supera ogni capacità dell'intelligenza umana e pertanto non si considererà più ignorante, perché conoscere ciò non è minor scienza che conoscere tutte le altre cose».

che non compie personalmente⁴⁶⁸. I fenomeni di bioluminescenza, tuttavia, sono presenti nella letteratura dell'epoca e entrano tra le pagine cartesiane, che ne riduce le varietà alla presenza di elementi che riflettono la luce.

3.D. Il rossore dei metalli

Similmente all'esercizio che le acqueforti compiono sui metalli e sui minerali, entrando in contatto e sciogliendone alcuni, lavorando cioè sulla disposizione delle piccole parti di queste, anche il fuoco e il calore si esercitano nei meati che si creano nella formazione di minerali, prendendo il posto dell'aria circostante. Descartes approfondisce questo studio riconducendo la composizione dei minerali alle diverse condizioni:

credo che vi siano meno pori nell'oro e nel piombo che nel ferro,
ecc⁴⁶⁹,

come scriverà a Mersenne il 15 novembre 1638.

La composizione dei minerali giustifica sia il loro comportamento nel momento in cui vengono scaldati, sia il modo in cui trattengono la luce e il calore. Quest'ultimo, «benché possa essere causato dall'agitazione delle parti di questa materia sottile, tuttavia [...], consiste propriamente solo nell'agitazione della parti terrestri»⁴⁷⁰. E, secondo le leggi di natura, «le particelle terrestri così agitate, successivamente persistono nel loro movimento [...]; e perciò il calore che è nato dalla luce rimane sempre per un buon tratto di tempo dopo che la luce è venuta meno»⁴⁷¹. La durata di questa presenza, così, dipende

468 Una prima spiegazione scientifica del fosforo minerale che la pietra conteneva avviene più di venti anni dopo, ma la spiegazione della pietra, di come si compone, di quali parti contenga esattamente è scoperta recentissima. Si veda M. Lastusaari et al., *The Bologna Stone: history's first persistent luminescent material*, in *European Journal of Mineralogy*, vol. 24, 2012, pp. 885-890.

469 Descartes a Mersenne (Santpoort, 15 novembre 1638), AT II, p. 444.

470 Descartes a Mersenne (Santpoort, 9 gennaio 1639), AT II, p. 485.

471 R. Descartes, *Principia philosophiæ*, IV, art. 29, *De quarta, quæ est calor; quid sit, et quomodo sublato lumine perseveret*, AT VIII-1, p. 218. Si potrebbe cogliere, in queste parole, la spiegazione al fenomeno della pietra di Bologna che abbiamo più su esaminato. Tuttavia, in questo passaggio Descartes esplicita una legge universale che è provata per il calore, mentre nella pietra al fosforo gli

dalla quantità di parti di materia che sono in un corpo, «il ferro [... ne ha] più del legno».

Questo spiega perché il legno arda anche con un fuoco leggero, mentre il ferro si riscaldi solamente. Inoltre, la fissità del ferro (e la grande presenza di parti di questa materia) fa in modo che esso si comporti in modo diverso rispetto al legno, che alla più semplice presenza del calore prende fuoco. Il ferro, infatti, «può essere molto caldo senza essere rosso»⁴⁷².

Il rossore, tuttavia, indica la presenza del fuoco e la disposizione del metallo a comportarsi esattamente come fa il legno ad una temperatura molto più bassa. L'abbondante quantità di materia presente nei metalli e la fissità delle loro parti rispetto al legno rallenta l'azione del fuoco e il suo movimento. Allo stesso modo, quindi, può spiegare a Mersenne «perché il ferro temperato sia più duro e più fragile di quello non temperato»⁴⁷³.

Insomma, in tutti i casi Descartes riconduce l'azione del calore alla stessa legge, indipendente dalla natura dei materiali a cui venga applicata: il calore non è una qualità, ma il risultato di una azione meccanica generale. Per il filosofo del metodo non vi è alcuna disponibilità particolare del legno, assente invece nel ferro, a far sì che il primo bruci con facilità: sono la stessa materia, e ciò che li differenzia è solo una qualità apparente che cela una diversità di struttura fisica. La reazione dei corpi al fuoco, infatti, è possibile in tutti i corpi ed è connessa alla disposizione e alla figura delle piccole parti,

era richiesta la ragione particolare per cui quel minerale trattenesse (anche se si riteneva che creasse) la luce, senza che ricevesse una quantità sufficiente di calore.

472 Descartes a Mersenne (Santpoort, 9 gennaio 1639), AT II, p. 485.

473 Ibid., p. 486, «tous ses pores snt fort ouverts et remplis non seulement de matière subtile, mais aussi des plus petites parties terrestres, telles qu'il s'en trouve toujours grand nombre dans le feu et dans l'air; et qu'y étant fort agitées, elles sortent sans cesse fort promptement [...]. Et pendant que ce fer est dans le feu, il y en rentre continuellement d'autres semblables, d'où vient qu'il demeure rouge. Tout de même, lorsqu'on laisse refroidir dans l'air, il y rentre des parties de cet air, qui, n'étant pas fort différentes de celles qui en sortent, font que ses pores ne se rétrécissent que peu à peu, et que ses parties retiennent cependant la liaison ou entrelacement qu'elles ont entre elles: mais si on le jette dans l'eau, lorsqu'il est rouge, elle n'empêche point que la matière subtile fort agitée, qui est dans ses pores, n'en sorte fort promptement, comme il paraît par le bouillonnement de cette eau qu'elle cuse, et parce qu'il ne peut rentrer autre chose en sa place, que la matière subtile qui se trouve dans les pores de l'eau [...]; de là vient qu'ils s'étrencissent tous fort à coup, et par même moyen toutes ses parties se resserrent, ce qui le rend dur, mais en se resserrant et changeant fort vite de situation, elles perdent leur liaison, et se détachent les unes des autres, ce qui le rend cassant» (ibid, pp. 486-487).

ovvero all'organizzazione dello spazio tra le particelle. Si cancella, così, ogni ruolo alle qualità e alle proprietà occulte, attribuendo rilevanza alla quantità materiale contenuta, alla struttura delle particelle e ad un ordine materiale ordinato e conosciuto dalla ragione.

Per questo motivo, all'interno del medesimo ordine di ragioni, Descartes può spiegare a Mersenne perché i mattoni siano più pesanti cotti che crudi»⁴⁷⁴. Infatti, i pori di questi ultimi, «in parte più larghi e in parte più stretti» sono o pieni d'aria, nel primo caso, o pieni di materia sottile, nel secondo; «quando vengono cotti, hanno moltissimi pori che sono solo della grandezza esatta [...] per ricevere le parti dell'acqua, che [...], incorporandosi nel mattone, ne accrescono il peso»⁴⁷⁵. Come i mattoni contengono parti diverse, così anche il marmo nero contiene delle parti eterogenee che non impediscono alla luce di riflettersi contro di esso,

parti che se fossero separate dalle altre, comporrebbero un corpo bianco. E la prova che la maggioranza di quelle del marmo che si chiama nero siano tali è che esso sembra molto meno nero quando ancora non è lucidato che dopo la lucidatura. Ora, quel che lo fa apparire più nero quando è lucidato, è che tutte le sue parti bianche riflettono la luce in una stessa direzione dove, se l'occhio non vi si appunta, esse si comportano nei confronti di quello come se la ammortizzassero, ma quando vi si appunta, esso vede in questo marmo la luce, con i colori e la figura di quegli oggetti dai quali proviene, come in un altro specchio, e persino meglio, dato che le parti che non si trovano nella superficie lucidata, essendo nere, non rimandano alcuna falsa luce, come fanno quelle del marmo bianco⁴⁷⁶.

474 Descartes a Mersenne (Santpoort, 16 ottobre 1639), AT II, p. 594.

475 Ibid. Inoltre, «a conferma di ciò, sono certo – attesta Descartes – che uno stesso mattone, pesato caldissimo all'uscita del forno, sarà meno pesante che dopo essere rimasto qualche tempo all'aria, e se successivamente lo si fa bollire in acqua, peserà ancora di più, anche se lo si lascia seccare all'aria, dopo averlo fatto bollire: poiché le sue parti di acqua che saranno entrate nei pori non ne potranno più uscire» (ibid., p. 594-595).

476 Ibid, pp. 590-591.

3.E. Il galleggiamento dei metalli nell'acquaforte

Nell'ottobre Descartes risponde a Mersenne sulla difficoltà di fornire una spiegazione al galleggiamento dei metalli nell'acquaforte. Alcune parti dei metalli, infatti, non vengono rotte o disciolte dall'acquaforte ma, come il sale con l'acqua⁴⁷⁷,

si mescolano e si compenetrano in tal modo nella parti dell'acquaforte che queste sono aiutate nel loro movimento e non ostacolate⁴⁷⁸.

Se infinite sono le esperienze possibili esperienze possibili, scriverà nel dicembre 1640⁴⁷⁹ con sottile ironia, la spiegazione è unica: essa rinvia al moto della materia sottile che agisce sui pori dei corpi senza per questo separarli. Ritornando sulle pagine de *Les Météores* e indicando le affinità con l'oro che si muove nell'acquaforte, «credo proprio – concludeva – che le parti dell'oro degli altri corpi duri si muovano a causa della materia sottile che passa attraverso i loro pori, ma che non le separa, come le foglie e i rami degli alberi scossi dal vento senza esserne staccati»⁴⁸⁰. Se i casi possono essere un milione, non c'è bisogno che Mersenne glieli sottoponga tutti per conoscere la verità, poiché ogni diversità si può ricondurre ad un modello standard dalla teoria: spiegato un caso, tutti gli altri, in virtù dell'induzione che li riporta all'idea chiara e distinta, sono disciplinati e trovano una propria intelligibilità.

3.F. La pietra che si muove nell'aceto e altre curiosità

Similmente, la spiegazione alla «pietra che si muove nell'aceto»⁴⁸¹ è connessa alla struttura corpuscolare di quella. Dopo averla ricevuta da Mersenne, infatti, Descartes vi compie diversi esperimenti, immergendola anche nello spirito di vetriolo e ne dà una spiegazione connessa alla sua architettura interna nel solco dei propri principi naturali.

477 Cfr. *Les Météores*, III, AT VI, pp. 249 e ss.

478 Descartes a Mersenne (Leida, 28 ottobre 1640), AT III, p. 210.

479 Cfr. Descartes a Mersenne (Leida, 10 o 17 dicembre 1640), AT III, p. 256, «il y a un million d'expériences qui peuvent prouver le mouvement des parties de l'eau, qu'on ne voit pas à l'œil».

480 Descartes a Mersenne (Leida, 10 o 17 dicembre 1640), AT III, p. 257.

481 Descartes a Mersenne (Leida, 11 giugno 1640), AT III, p. 80.

Sono i numerosi pori di essa ad accogliere «facilmente le parti di questi liquidi, ma [...] non hanno la figura appropriata per accogliere le parti dell'acqua dolce, né degli altri liquidi che non abbiano quell'effetto»: così, le parti dell'aceto entrano nei pori facendone uscire le particelle dell'aria che, «dilatandosi quando esse escono (come provano le piccole ebollizioni che si vedono in quel momento attorno alla pietra), la agitano e la sollevano»⁴⁸².

In tal modo la spiegazione cartesiana riconduce la curiosità all'ambito di una teoria fisica meccanica, circo-scrive la meraviglia alle ragioni conoscibili e riporta la specificità di una pietra alle leggi fisiche che valgono per tutti i corpi. Anche in questo esperimento, infatti, è il metodo a disposizione della scienza a bandire la meraviglia: in oggetti più complicati, in cui la conoscenza non può darsi nell'immediatezza dell'intuizione, né nella necessità e nella continuità della concatenazione deduttiva, l'intelletto è convocato a supporre «un ordine anche tra quelli in cui gli uni non precedono naturalmente gli altri»⁴⁸³, che li lega in una relazione di causa-effetto, riunendo per induzione le proprietà diverse nella stessa classe di equivalenza concettuale. Il metodo cartesiano, che «apre delle “serie” indefinite, grazie alla fecondità di una relazione dei termini a due a due»⁴⁸⁴, raggruppa in tal modo i fenomeni in un ordine intelligibile. Così, l'esperimento della pietra galleggiante mette a confronto casi simili tra loro, stabilendo relazioni diverse che intercorrono tra fenomeni analoghi e formulando delle ipotesi,

in quanto le une possono essere conosciute a partire dalle altre, così che [...] possiamo subito accorgerci se sia utile perlustrare per prime certe altre difficoltà, quali e in quale ordine⁴⁸⁵.

482 Ibid.

483 *Discours de la Méthode*, II, AT VI, pp. 18-19.

484 G. Rodis-Lewis, *L'Œuvre de Descartes*, Paris, Vrin, 1971, p. 173, «A la différence du syllogisme, qui part d'une réalité ainsi “classée”, et ne peut ensuite qu'extraire, par l'intermédiaire d'un troisième terme, une conclusion déjà contenue dans les prémisses, la méthode cartésienne ouvre des “série” indéfinies, grâce à la fécondité d'une mise en relation des termes deux à deux».

485 *Regulae ad directionem ingenii*, VI, AT X, p. 381. La disposizione della serie, «il principale segreto dell'arte» (*ibid.*), indica una difficoltà dell'epistemologia cartesiana che nell'applicazione della deduzione o dell'induzione compie un movimento temporale portandosi verso la conoscenza vera

La conoscenza, infine, si costituirà nell'ordine attraverso la verifica sperimentale che convalida l'ipotesi. Il comportamento di fluttuazione della pietra dipende dal fatto che i pori di essa accolgano più facilmente certi spiriti piuttosto che l'acqua, lasciando intendere che nel sistema del pieno questa attrazione non sia altro che uno spostamento di parti materiali, non un'azione incomprensibile, e che la diversità dipende dalla figura delle piccole parti.

Interrogato da Mersenne sulle curiosità più disparate, è ancora attraverso l'importanza della struttura dei corpi che Descartes spiega il motivo per cui la mollica del pane attiri l'acqua posta nelle sue vicinanze. «Ciò deriva dal fatto – scrive – che i pori di tale pane, essendo più grandi di quanto sia necessario per le parti dell'aria, queste vi vengono circondate dalla materia sottile che le fa muovere lì più velocemente che fuori da questi pori [...], quando tali parti d'aria escono da quei pori che toccano la superficie dell'acqua, le parti di quest'acqua entrano nel pane al loro posto»⁴⁸⁶. Questa cosiddetta “attrazione” si realizza in ragione della maggiore libertà di cui dispongono le particelle dell'aria nei pori lievitati del pane; con maggiore libertà di movimento, infatti, l'aria è portata a spostarsi, lasciando spazio alle particelle dell'acqua. Descartes riduce la probabile attrazione ad un movimento nello spazio pieno, affinché non ci sia nulla di misterioso, né alcuna forza oscura, ma il semplice movimento di alcune particelle che spingono le altre e che trovano un materiale che ne permette il movimento. L'intento

che, in precedenza, era stata definita come un'intuizione istantanea. Burman, nel famoso colloquio intrapreso con il filosofo francese il 16 aprile 1648, interroga Descartes esattamente su questo aspetto: la nostra mente che intuisce singolarmente non può conoscere più di una cosa, «mentre quella dimostrazione è più lunga e consta di più assiomi [...] essa non può prestare attenzione a quegli assiomi in quanto un pensiero impedisce l'altro», asserisce, adducendo che altrimenti «il nostro pensiero sarà esteso e divisibile» (*Responsiones Renati Des Cartes ad quasdam difficultates ex Meditationibus ejus, etc. ab ipso haustæ*, AT V, p. 148; d'ora in avanti *Colloquio con Burman*). La risposta di Descartes è puntualissima, «il nostro pensiero sarà, certo, esteso e divisibile quanto alla durata, poiché la sua durata può essere divisa in parti, ma non sarà tuttavia esteso e divisibile quanto alla sua natura, giacché essa rimane inestesa» (*ibid.*), ricostruendo l'unità concettuale dell'ingegno nella diversità delle operazioni compiute: tutte hanno validità e un'unità fondamentale che permette di conoscere le cose più disparate e complesse in un ordine senza dispersioni e conoscenze sconcordate.

486 Descartes a Mersenne (Leida, 11 giugno 1640), AT III, pp. 83-84.

cartesiano, infatti, è di rendere questi fenomeni naturali il più chiari possibile: non è mai questione di una forza misteriosa, nel caso della mollica come in quelli precedenti, «la materia sottile – inoltre – non allarga indifferentemente i pori di tutti i corpi, ma solamente quelli che vi si trovano disposti [...] come quelli di un arco piegato, non quelli dell'oro né quelli del piombo»⁴⁸⁷. La differenza nei comportamenti, così, non risiede in qualche ragione oscura, ma nella struttura dei corpi e nell'ordine e disposizione delle sue parti più piccole: estensione, movimento, figura. E se la mollica “attrae” l'acqua, «la stessa cosa accade nella maggior parte dei corpi bruciati o calcinati dalla forza del fuoco»⁴⁸⁸: si tratta di un processo meccanico di trasformazione delle strutture interne in un universo tutto pieno di materia inerte. Descartes è netto: per tutti i corpi vale la stessa “grande meccanica”.

3.G. Contro la tradizione e contro l'alchimia

La materia non contiene alcuna ragione oscura: Descartes distingue tre elementi con proprietà diverse, dal cui rimescolamento proviene una natura vasta e molto diversa.

In questo Descartes si contrappone sia alla dottrina tradizionale, sia a quegli studi alchemici che ne avevano cercato una spiegazione attraverso ragioni “oscuri”. Per quanto riguarda questi ultimi, il suo giudizio è netto: «*niaiseries*». Lo scrive a Mersenne a proposito del *Pentagonum philosophicomedicum* di Lazare Meyssonier⁴⁸⁹: «quanto al discorso che fa sul sale aereo e per la differenza che pone tra gli spiriti vitali e animali paragonandoli al Fuoco Elementare e al Mercurio Aereo, sono cose che oltrepassano le mie capacità – scrive Descartes –, ossia [...] mi sembra non significino niente di intelligibile e che siano buone solo per farsi ammirare dagli ignoranti»⁴⁹⁰: si

487 Ibid., pp. 86-87.

488 Ibid., p. 84.

489 Cfr. Descartes a Mersenne (29 gennaio 1640), AT III, p. 15, «sa lettre le représente bien plus honnête homme que les titres du livres qu'il m'a envoyés; car il y mêle tant d'Astrologie, de chiromancie et autres telles niaiseries, que je n'en puis avoir bonne opinion»; e Descartes a Meyssonier (29 gennaio 1640), AT III, pp. 18-21. Si veda anche Meyssonier à Mersenne, 31 mai 1640, in *CM IX*, pp. 357-368.

490 Descartes a Mersenne (Leida, 30 luglio 1640), AT III, p. 120.

tratta di arcani inaccessibili, più utili a oscurare una verità mal conosciuta che non a dimostrare l'evidenza della propria conoscenza. Gli alchimisti, e quanti costruiscono una filosofia attraverso esperienze magiche e oscure, sono studiosi di un sistema ordito per mascherare la realtà naturale, piuttosto che per renderla più chiara ed evidente⁴⁹¹. I loro principi, infatti, «non sono altro che falsa immaginazione, basata sul fatto che nelle loro distillazioni estraggono delle acque, che costituiscono le parti più scivolose e cedevoli dei corpi da cui le estraggono e le riconducono al mercurio», scrive Descartes, criticando quella concezione ripresa dal Minimo per cui sale olio e zolfo siano principi della chimica, o che considera «l'olio e lo zolfo una stessa cosa, come anche l'acqua e il mercurio»⁴⁹².

Ma Descartes si contrappone anche alla tradizione simbolica, commentando un passaggio di una lettera di Villiers, un medico di Sens corrispondente di Mersenne, il filosofo del metodo indica l'enorme differenza tra la propria filosofia naturale e quella del chimico. Questi, infatti, riteneva di aver costruito una «philosophie nouvelle» sulla trasmutazione degli elementi «per le loro qualità simboliche»⁴⁹³ e riteneva di aver spiegato nei suoi studi la varietà delle cose per mezzo di passaggi e trasmutazione molteplici degli elementi, riducendo le caratteristiche degli alchimisti, compresa quella di quel sale chiamato «*caput mortuum*»⁴⁹⁴, a regole comuni. E riteneva di non essere troppo distante dal pensiero cartesiano, «Mr des Cartes – scrive Villiers –, di cui aspetto

491 Si veda un brevissimo passaggio del III discorso delle *Météores*, in cui è evidente il passaggio dalle cose che ha appena spiegato alla conoscenza della natura di quelle cose a cui gli alchimisti attribuiscono qualche oscurità, in particolare, si tratta della «nature de cette eau extrêmement aigre et forte, qui peut soudre l'or, et que les Alchimistes nomment l'esprit ou l'huile de sel» (*Les Météores*, III, AT VI, p. 263).

492 Descartes a Mersenne (Leida, 30 luglio 1640), AT III, pp. 130-131.

493 Villiers à Mersenne, 4 octobre 1640, in *CM X*, p. 152.

494 Villiers à Mersenne, 4 octobre 1640, in *CM X*, p. 152, «à cela je repondray que c'est toujours un sel, quoyqu'on l'apelle *caput mortuum*, et qui se pourroit resoudre aussy bien que le sel, si ce n'estoit que le feu, agissant sur les cendres, les rend gravelées et comme du sable inepte à la production, unissant par une vitrification imparfaite plusieurs atomes en un tres sensible de sable». Un simile attacco al *caput mortuum* si trova in una lettera di Descartes a Mersenne del 15 settembre (cfr. AT III, p. 180, «Je ne doute point que le *caput mortuum* des chimistes ne se puisse entièrement résoudre en sel, en eaum en huile et en matière subtile, si on le broie et le digère avec quelques dissolvants qui soient propres à cet effet»); nulla rende impossibile che il Minimo l'abbia comunicata a Villiers e che questi abbia preso da Descartes le proprie convinzioni.

gli *Essais* nel giro di due o tre giorni, mi sembra avvicinarsi al sentimento che io ho dei principi chimici»⁴⁹⁵. Descartes afferma che il percorso naturale di Villiers, il quale «doveva solamente concludere che tanto il sale, quanto gli altri corpi, non sono [formati] che da una stessa materia»⁴⁹⁶, conduce ad una conclusione che «si accorda con la Filosofia della Scuola e con la mia», confermando in parte quanto sostenuto dal medico. Nulla di particolare fino a qui. Tuttavia, egli aggiunge che nella «Scuola non si spiega bene questa Materia, perché la si considera *puram potentia*, e le si aggiungono *des formes substantielles, et des qualités réelles*, che non sono che delle chimere»⁴⁹⁷. La filosofia naturale cartesiana, infatti, è ben diversa da quella scolastica, proprio perché permette di studiare i corpi naturali per quello che sono, attraverso criteri quantitativi evidenti, senza dover ricorrere a forme inintelligibili. D'altro canto, Descartes si distingue anche da Villiers, il quale ha forse trovato qualche cosa di simile, ma basandosi su una teoria incompleta e sbagliata. Anche perché l'intento cartesiano è volto all'esigenza di costruire un sistema unitario e coerente, senza risolvere questioni singole.

Se l'errore della Scuola è quello di aver apposto definizioni prive di significato alle proprietà delle cose studiate, quello dell'alchimia è di aver compiuto esperienze che non hanno capito pienamente: nella profondità dei propri studi, senza un fondamento teorico saldo, si sono persi come nelle profondità di una foresta. Un esempio citato da Descartes, sempre nella lettera a Mersenne del 30 luglio, riguarda le esperienze di estrazione di diverse cose dai minerali, che gli alchimisti riconducono erroneamente a principi materiali: «ne estraggono anche oli, le cui parti hanno la forma di rami, [...] slegate e cedevoli da essere separate, e le riconducono allo Zolfo; riconducono al Sale le parti più slegate di ciò che resta, che si possono mescolare e come incorporare con l'acqua; infine, le parti più grossolane, che rimangono, sono il loro *Caput mortuum*, o *Terra damnata*, che reputano una cosa inutile»⁴⁹⁸. L'errore, infatti, è nell'aver collegato certi risultati sperimentali a concezioni teoriche sbagliate e oscure.

495 Villiers à Mersenne, 4 octobre 1640, in *CM X*, p. 154, continua sui principi ritenendo che «quant il fait ces principes chymiques tous fluides avec l'eaue, avec laquelle ilz sont incorporez».

496 Descartes a Mersenne (Leida, 28 ottobre 1640), *AT III*, p. 211.

497 *Ibid.*, p. 212.

498 Descartes a Mersenne (Leida, 30 luglio 1640), *AT III*, p. 131.

3.H. Le pietre che si trasformano in legno, i fossili, le “pietre miracolose”

Ridotto alla filosofia del metodo, tra le pagine di Descartes si trova un confronto sui reperti fossili, di cui, tuttavia egli non si interroga mai da un punto di vista meramente storico⁴⁹⁹. Vi è qualcosa sulla generazione dei metalli e la corrispondenza tocca spunti interessanti in cui si spiegano i cambiamenti delle pietre nella Terra. «Non ne so nulla», afferma rispondendo al Marchese di Newcastle, il 23 novembre 1646; poiché, distinguendo «le pietre dai metalli, perché le piccole parti che compongono i metalli sono molto più grosse di quelle delle pietre»⁵⁰⁰, si può riconoscere che questi crescono «per aggiunta di parti, che vi si attaccano dall'esterno o penetrano all'interno dei loro pori»⁵⁰¹, a differenza delle ossa, dei pezzi di legno o di altre parti animali e vegetali che crescono per mezzo di qualche succo che vi scorre all'interno.

In un appunto degli *Anatomica* risalente al Novembre 1637, Descartes distingue la nutrizione animale e vegetale, da quella delle cose morte, che avviene «per semplice apposizione delle parti [...]. Così crescono i metalli nelle miniere [...] senza alcuna mutazione delle parti; così crescono anche le pietre e le cose del genere»⁵⁰². Aggiungendo, inoltre, un passaggio interessante sulla trasformazione del legno in pietra, corrispondente al processo di fossilizzazione, «anche la trasformazione del legno o di un altro corpo in pietra avviene mediante questo genere di accrescimento, in quanto le parti della pietra entrano nei pori del legno e assimilano a sé le precedenti, e le espellono, o in parte l'una cosa e in parte l'altra»⁵⁰³. La formazione dei fossili è indagata non come fenomeno storico, ma come generazione fisica e ricostruita nel sistema meccanico: come i metalli si formano in determinate condizioni di spazio (estensione) e calore

499 Manca l'interesse per la temporalità del mondo, benché qualche prima interrogazione in merito sia presente anche nella corrispondenza cartesiana. Cfr. Descartes a Chanut (L'Aia, 6 giugno 1647), AT V, pp. 51-56: «ainsi, il me semble qu'on ne peut prouver, ni même concevoir, qu'il y ait des bornes en la matière dont le monde est composé. [...] l'existence actuelle ou véritable que le monde a eue depuis cinq ou six milles ans, n'est pas nécessairement jointe avec l'existence possible ou imaginaire qu'il a pu avoir auparavant» (pp. 51-53).

500 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 570.

501 Ibid., p. 571.

502 *Anatomica*, in *Excerpta ex Cartesio, Ms. Leibniz* (éd. Foucher de Careil), AT XI, p. 596, «De accretione et Nutritione».

503 Ibid.

(movimento), quando entrano particelle specifiche nell'intima struttura di quei minerali, allo stesso modo il legno si fossilizza poiché nei suoi pori entrano particelle della terra e altre parti vengono espulse.

Nell'ottobre del 1639, due anni dopo la data dell'annotazione degli *Anatomica*, Mersenne sottopone a Descartes un quesito sulle cave di Roma in cui «le pietre si trasformano in legno», un fenomeno curioso, apparentemente contrario alle leggi di natura. Descartes è prudente: senza averle viste «non ho niente da dire». Non è possibile esprimere un giudizio su casi così particolari; «possono certamente avere qualche somiglianza con il legno, ma non per questo essere di legno»⁵⁰⁴, afferma. Quelle pietre che si trasformano in legno possono essere davvero legno in cui è iniziato un processo di fossilizzazione, ovvero di trasformazione delle piccole parti in una figura diversa, non giunto ancora al suo termine. Descartes non lo dice esplicitamente, come se non gli interessasse risolvere ogni curiosità gli venga sollevata dal carteggio con Mersenne; tuttavia, si premura di eliminare ogni forma di meraviglia o di straordinarietà verso questo fenomeno: nel novembre del 1639, infatti, tornerà sull'argomento con Mersenne, dicendogli che «la cosa non ha niente di straordinario: ci sono zone in Bretagna»⁵⁰⁵ piene di pietre che si trasformano in legno, che lo stesso filosofo ha potuto vedere personalmente senza stupori particolari. La premura di Descartes, quindi, è di mostrare questo fenomeno all'interno di una concatenazione di ragioni.

E del resto, non potrebbe essere la nostra immaginazione a farci vedere nelle venature della pietra figure strane, come «l'effigie del corpo di San Bernardo sia visibile su una pietra»? Un conto, infatti, è non poter spiegare un singolo fenomeno, un altro è ridurlo al miracolo, annullandone ogni ricerca scientifica plausibile. Se eccede la nostra comprensione, ciò non significa che appartenga ad un sistema miracolistico: ridurre il fenomeno ad un ordine che annulla ogni intelligibilità non è coerente e pone l'oggetto al di fuori di ogni ricerca scientifica.

D'altra parte, se si esclude il miracolo, viene meno il motivo per cui si intravede

504 Descartes a Mersenne (16 ottobre 1639), AT II, p. 595.

505 Descartes a Mersenne (13 novembre 1639), AT II, p. 619.

nella filigrana della venatura quell'immagine e ogni immaginazione perde fondamento: «perché mai, infatti, Dio farebbe un miracolo, se non volesse che fosse riconosciuto come un miracolo?»⁵⁰⁶, domanda con logica stringente. Se manca il motivo del miracolo, allora è un puro caso che la pietra abbia quella venatura, ed è la nostra immaginazione ad attribuirle un significato recondito. Al di fuori dell'ordine della ragione, quindi, non si dà alcuna scienza delle cose. Il ruolo ambiguo dell'immaginazione, a cui compete una funzione importante nella teoria della conoscenza e una condizione più confusa, la rende strumento utile nella misura in cui è ricondotta all'ordine e all'evidenza intellettuale. In questo caso, affidarsi troppo all'immaginazione è fallace, mentre accettare l'ordine di ragione permette di considerarlo come un fenomeno non ancora spiegato. La scienza, così, non sfugge al proprio ordine, non si costruisce sull'accumulo di curiosità, ma si basa sul proprio sistema.

§ 4. *Il sale*

Oltre al confronto con la curiosità, in cui emerge l'unità della fisica cartesiana e la capacità di applicare la teoria alle diverse caratteristiche della natura, Descartes ordina i minerali in veri e propri studi stabiliti sulle leggi della fisica, sfuggendo, nella costruzione di una scienza moderna, al disordine ciarlatano. I minerali, infatti, sono inseriti nell'ordine delle leggi di natura e nell'ordine delle piccole parti.

Il lavoro sui minerali e sui metalli rispecchia lo studio anatomico delle cose e si sviluppa in modo molto più semplice rispetto ai percorsi troppo arzigogolati e labirintici delle sperimentazioni degli alchimisti e dei *novatores*. Se non manca la varietà degli studi, il filosofo del metodo la riduce sempre all'unità dell'ingegno che vi si esercita sopra, in una distanza netta rispetto a chi confonde la scienza con l'uso di parole poco comuni, o di chi arriva all'assurda concezione della «resurrezione dei fiori per mezzo

506 Ibid., p. 558.

del loro sale», giudicata da Descartes nient'altro che «un'immaginazione priva di fondamento»⁵⁰⁷.

Descartes si interessa anche del fenomeno bioluminescente del riflesso di luce nell'acqua marina che lo stesso Francis Bacon aveva analizzato con curiosità e attenzione e a cui Isaac Beeckman aveva dedicato qualche riga del suo *Journal*, là dove la luminescenza dell'acqua marina era connessa alla presenza del sale nel liquido, «in sale, sulphur ita est subtiliatum ut transgressum sit naturam ignis, et immediate mutetur in lumen. Quod facili negotio excutitur in aqua salsa, noctu consicuum. *Salis sulphur quale»⁵⁰⁸.

In una lettera a Golius del 19 maggio 1635, Descartes ribadisce il suo interesse alla questione e afferma di non aver «ancora avuto sufficiente tranquillità per mettere in questione l'acqua di mare e vedere se potessi scoprire la causa della sua luce»⁵⁰⁹. Non si tratta di meraviglia o curiosità, ma di un fenomeno naturale che deve essere ricondotto alla catena delle cause; ed è un fenomeno particolarmente interessante, a intersezione tra la fisica della luce e la trattazione delle meteore.

Nella corrispondenza non abbiamo altre testimonianze della ricerca compiuta, né delle fasi di questo studio. Tuttavia sia ne *Les Météores* che nei *Principia philosophiae* Descartes se ne occupa offrendo una soluzione e una testimonianza del ruolo che tale fenomeno assume nella sua fisica. Se la spiegazione è abbozzata nel saggio del 1637, «se non fosse che non ho voglia di soffermarmi a spiegare in particolare la natura del fuoco, aggiungerei anche il motivo [...] per cui di notte, quando è agitata luccica: vedreste infatti che le parti del sale, essendo molto facili da scuotere, a causa del fatto che sono come sospese tra quelle dell'acqua dolce, e avendo molta forza dopo essere

507 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 570

508 I. Beeckman, *Journal*, cit., II, p. 331.

509 Descartes a Golius (Utrecht, 19 maggio 1635), AT I, p. 318. Si noti che Adam-Tannery ritiene che l'espressione «mettre [...] à la question» sia baconiana, si veda F. Bacon, *De augmentis scientiarum*, l. II, ch. II, in *Works*, ed. J. Spedding, R. Ellis, D. Heath, Longman, London, 1861, vol. I, pp. 495-500; e anche F. Bacon, *De sapientia veterum*, XIII, *Proteus, sive Materia*, in *Works*, cit., vol. VI, pp. 651-652.

state così scosse, per il fatto che sono dritte e inflessibili, [...] possono produrne una nuova schizzando fuori dall'acqua in cui si trovano»⁵¹⁰; nei *Principia*, benché sia ripetuta in modo simile, è incasellata in un contesto più ampio che accosta l'acqua salata alla legna putrida e ai pesci seccati. E fa rientrare questo fenomeno nell'unità della fisica cartesiana:

nelle gocce di acqua marina – scrive Descartes, – la cui natura abbiamo spiegato sopra, è facile vedere in che modo la luce sia prodotta: mentre le loro particelle flessibili rimangono intrecciate l'una all'altra, quelle rigide e levigate, a causa delle tempeste o di qualsivoglia altro movimento, sono scosse via dalla goccia e, scagliate come lance, spingono facilmente fuori dalle loro vicinanze i piccoli globi del secondo elemento, così producono la luce⁵¹¹.

Il sale, infatti, con le sue parti «grosse alle due estremità e ben diritte come tanti piccoli bastoni [... che], mantenendosi distese di traverso l'una sull'altra, danno modo a quelle dell'acqua dolce, che sono in perpetua agitazione, di arrotolarsi e attorcigliarsi intorno ad esse»⁵¹², si unisce facilmente all'acqua dolce. Sono le caratteristiche fisiche del sale a spiegare le ragioni della luminescenza dell'acqua marina rispetto a quella dolce:

sapendo, – infatti, – che i corpi trasparenti tanto più sono tali quanto meno impediscono i movimenti della materia sottile che è nei loro pori, si vede ancora [...] che l'acqua del mare deve essere naturalmente più trasparente e causare rifrazioni un po' più grandi di quelle dei

510 *Les Météores*, III, *Du sel*, AT VI, p. 255.

511 R. Descartes, *Principia philosophiæ*, IV, art. XCI – *In guttis aquæ marinæ, in lignis putridis, et similibus*, AT VIII-1, p. 255.

512 *Les Météores*, III, *Du sel*, AT VI, p. 251. L'unione tra le due parti è particolarmente facile, da ciò, aggiunge Descartes, «deriva che il sale si scioglie facilmente nell'acqua dolce o anche soltanto restando esposto all'aria quando è umido e, nondimeno, che in una determinata quantità d'acqua se ne scioglie fino ad una determinata quantità» (*Ibid.*, p. 252).

fiumi⁵¹³.

È il minerale con le sue impurità a trattenere la luce in superficie e a dare l'impressione che essa sia creata dal mare come per magia; ma la scienza bandisce la magia e cerca e trova la causa.

In una lettera a Mersenne del 1639, Descartes ci offre una piccola spiegazione sulla trasparenza dell'acqua marina a cui si riferisce non già come ad una qualità intrinseca del diafano, ma alla tessitura molto fitta delle parti che trattengono così la luce. «3. Quel che impedisce alla luce di penetrare fino al fondo del mare, o attraverso un vetro assai spesso, non sono l'acqua o il vetro in quanto corpi trasparenti; ma sono le impurità che vi sono mescolate, e che non sono affatto diafane»⁵¹⁴. Ovvero in quanto dispongono di caratteristiche comuni al sale.

In un passaggio degli *Anatomica*, egli si interroga sulla presenza del sale nell'acqua e lo fa secondo un ordine metodologico molteplice. Ne ricostruisco i passaggi per mostrare l'operazione intellettuale di Descartes. Dapprima si pone il problema secondo la teoria scientifico-empirica di Mersenne: «Perché il sale non è estratto assieme all'acqua dalla forza del calore? La ragione non è che, essendo trasparente, non è mosso dai raggi?»⁵¹⁵, e affianca a questo interrogativo due esperienze quotidiane: il sudore corporeo, la cui salinità è il sedimento di un vapore trasformato in sostanza, e l'acqua sottoposta ad una lunga ebollizione, più salata poiché l'acqua dolce è evaporata non portando con sé il sale. Queste due esperienze confermano un dato di fatto, ma non sono soddisfacenti per spiegarne la ragione. Descartes, allora, approfondisce la ricerca della causa: ciò che ha scritto «sembra falso [...], infatti l'acqua è altrettanto trasparente del sale»⁵¹⁶. L'enumerazione delle qualità denota la somiglianza tra l'acqua e il sale: non può risiedere qui la causa ricercata. Le qualità non spiegano nulla, ma sono solo l'espressione dell'effetto.

513 *Ibid.*, p. 252.

514 Descartes a Mersenne (30 aprile 1639), AT II, p. 531.

515 R. Descartes, *Anatomica*, in *Excerpta ex Cartesio*, Ms. Leibniz (éd. Foucher de Careil), AT XI, p. 621.

516 *Ibid.*, p. 622, «Falsum videtur».

Continuando l'enumerazione, Descartes trova una proprietà che distingue il sale dall'acqua: esso è «accessibile al movimento del calore [...]; invece l'acqua [...] non lo è al movimento del calore»⁵¹⁷. Si tratta di una differenza quantitativa che, connessa allo studio della struttura e delle proprietà del sale, spiegano la causa del fenomeno: la secchezza [*siccitatem*⁵¹⁸]. «A partire da qui, forse, si può dare ragione del perché l'acqua del mare di notte luccichi»⁵¹⁹, scrive Descartes con certezza: la secchezza dipende dalla struttura fissa del corpo e questa impedisce al sole ogni azione sul sale. L'enumerazione ha permesso di trovare una causa unitaria che l'intuizione conosce e che l'esperienza verifica togliendo ogni possibile dubbio. Questa differenza tra umidità e secchezza si ritrova anche in altre esperienze naturali: i frutti delle piante, per esempio, che non sono salati, perché il Sole non ha alcun modo di agire sul sale, che «è molto fisso»⁵²⁰ e incolore all'azione solare.

Descartes, quindi, non si è fermato alla qualità esteriore⁵²¹, la trasparenza, ma è disceso fino alla struttura intima del sale, analizzandola meccanicamente e trovando la differenza fondamentale con l'acqua. Il sale ha una struttura quantitativa che è molto più fissa di quella dell'acqua; ragion per cui il calore non riesce a spostarlo o a smuoverlo, come vediamo nel fenomeno dell'evaporazione dell'acqua di cui si è occupato ne *Les*

517 *Ibid.*, «sed hoc diaphani, dicendum est esse pervium motui caloris».

518 L'acqua, viceversa, è impervia al movimento del calore per la sua umidità [*propter suam humiditatem*].

519 *Ibid.*

520 *Ibid.* Si veda anche *Les Météores*, III, AT VI, p. 253, «l'une des principales qualités des parties du sel est qu'elles son grandement fixes, [...] elles ne peuvent être élevées en vapeur ainsi que celles de l'eau douce».

521 Riecheggia quel passaggio della lettera a Mersenne del gennaio 1630 già citato, in cui Descartes affermava che spesso quei corpi che a occhio nudo, o dopo un lavoro meccanico su di essi, non sembrano trasparenti, visti al microscopio lo sono. Lo stesso, probabilmente, vale per il sale, «guardato con i microscopi [... è] trasparente», quando è messo assieme o unito a qualcos'altro «non è più trasparente, poiché non sono uniti uniformemente, e la sola disposizione delle parti, essendo diseguale, è sufficiente a rendere opaco ciò che era trasparente» (Descartes a Mersenne, Amsterdam, gennaio 1630, AT I, p. 109). Nel caso dell'acqua salata, invece, l'unione dei due corpi ne aumenta la trasparenza, ma la salinità trattiene la lucentezza e la restituisce nottetempo senza averla creata, come si poteva supporre. Non è la trasparenza, abbiamo visto, a permettere quel fenomeno; d'altro canto, occorre stare attenti nella definizione delle qualità, la negazione della trasparenza come ragione del non movimento del sale, infatti, è implausibile, e uno studio più approfondito della costituzione del minerale, ce ne dimostra l'infondatezza.

Météores. Per lo stesso motivo, inoltre, l'acqua non riflette i raggi solari, mentre l'acqua salata sì: è la secchezza del sale a rispecchiare la luce; per questo, infine, l'acqua di mare luccica la notte. Non vi è alcuna creazione di luce propria, nessun evento strabiliante o meraviglioso; la presenza della luce, infatti, è riordinata dalla ragione operante secondo il metodo analitico.

Ne *Les Météores* è raccontato il compimento degli studi cartesiani. Si tratta di meteore, ovvero di quei fenomeni celesti che nella fisica aristotelica avevano uno statuto proprio; Descartes, invece, li riduce ad una fisica unitaria, tanto che al suo interno, seguendo l'itinerario della catena causale, aggiunge un capitolo sul sale che non è una meteora, ma che si trova nella linea di studio.

Spiegando la struttura del sale, Descartes evidenzia come questa muti a seconda di principi meccanici, senza che nulla possa attribuirsi né ai falsi principi alchemici, né alle forme della scolastica o alle sue qualità sostanziali. Descartes non dà una definizione del sale, più interessato com'è a spiegarne la struttura interna per differenziarsi dall'alchimia; laddove questa aveva eletto il sale a caratteristica particolare della natura, l'ordine del metodo riconduce tale oggetto tra la fisica unitaria. Si tratta, infatti, di corpi costruiti in modo molto fisso di cui egli descrive con precisione la struttura interna.

L'esperienza presenta casi interessanti che nel saggio egli riordina metodicamente, per esempio là dove il sale è sottoposto ad un calore molto violento: le piccole parti di cui è composto, infatti, «tendono con molta forza a estendersi e a spiegarsi, come s'è detto che fanno quando l'acqua si dilata in vapore». L'acqua e il sale, infatti, per quanto siano estremamente diversi tra loro, se agitati dal fuoco innescano una reazione e subiscono mutamenti dovuti agli stessi principi, benché con conseguenze diverse: entrambi si trasformano per dilatazione, l'acqua in vapore, il sale esplode. Questa differenza non è stabilita da una qualità inerente al sale stesso, non appartiene ad una sostanza “sale”, ma è dovuta alla struttura fissa con cui le sue piccole parti si costituiscono: se si gettano i granelli del sale «nel fuoco quando sono interi, [... essi] si frantumano esplodendo e scoppiettando, mentre non fanno la stessa cosa quando ve li si

getta ridotti in polvere: in tal caso, infatti, quelle piccole celle sono già rotte»⁵²². L'esplosione che suscitava meraviglia non ha nulla di meraviglioso e trova una semplice spiegazione nella struttura ordinata di essa. Lo stesso fenomeno, infatti, non si riproduce in condizioni fisiche diverse: è l'estensione e la figura del corpo, infatti, a contare nel fenomeno fisico. D'altro canto, anche l'azione del fuoco che serve per ridurre e permettere i passaggi di stato, come per le acqueforti, non interviene sulla disponibilità di certi minerali all'azione di quello, ma si esercita in egual modo sulla struttura dei diversi corpi, eguagliando l'acqua al sale, se necessario.

La spiegazione del sale indica l'unità legale della natura: la natura è costituita da materia omogenea che riempie tutto l'universo. La teoria fisica la descrive come una grande meccanica e la pratica ne mostra la validità universale; laddove la tradizione aveva posto le forme sostanziali e l'alchimia le sostanze originarie, Descartes segue l'ordine delle ragioni. Il sale non appare più come un misto, o come una sostanza chiave dell'alchimia, ma come un corpo la cui struttura intima è riducibile attraverso le leggi metodiche alla somma ordinata di particelle di materia variamente connesse tra di loro.

§ 5. I risultati dei Principia

Se la corrispondenza introduce un Descartes impegnato in laboratori, in analisi e confronti di pesi e misure, all'opera tra dissoluzioni con acqueforti, esperimenti su metalli preziosi e pietre di vario genere, i risultati di questi esercizi di metodo sono presentati nei *Principia philosophiæ*, il manuale redatto per l'insegnamento scolastico: impegno sistematico di riduzione delle diversità della natura a quell'ordine metodico definito nell'itinerario deduttivo delle quattro parti. La sistematizzazione delle varietà naturali, infatti, è conseguenza dei principi conoscitivi posti all'inizio, e si inserisce nella legalità fisica con cui si ricostruisce la struttura dei cieli.

Descartes prende le distanze sia dalla scolastica, la cui teoria, nel giudizio del filosofo, non permetteva alcuna conoscenza vera della natura, sia dalle nuove forme di

⁵²² *Les Météores*, III, "Du sel", AT VI, p. 262.

alchimia che fondavano la propria scienza in fantomatiche trasmutazioni materiali; la fisica di Descartes, invece, ricostruisce corpi che sono fatti della stessa materia e differiscono per «il fatto che le piccole parti della materia che compongono gli uni hanno figure diverse, o sono diversamente disposte, da quelle che compongono gli altri»⁵²³.

Nei *Principia* la teoria e le esperienze sono accordate tra di loro, in un ordine sintetico che parte dal generale e che arriva fino al particolare; l'intera quarta parte è dedicata allo studio dei corpi terrestri e, in particolare, ai minerali e alle pietre. L'impegno sistematico riordina le conoscenze particolari in catene, così che la fisica non sia solo una soluzione di problematiche particolari, ma una vera e propria unità. Spesso, però, Descartes è costretto a elidere alcune parti perché ancora troppo sperimentali e distanti dallo stile sintetico dell'opera; i corrispondenti e gli amici, tuttavia, continuano a chiedergliele con insistenza.

Lo studio dei minerali è inserito in una cornice filosofica completa, attraverso cui si spiega non solo la struttura delle diverse pietre, ma anche la loro formazione – si vedrà che la formazione delle pietre non fuoriesce dalla loro struttura. La spiegazione dei metalli, così, rientra nella sistematizzazione della fisica, non è solo la dimostrazione di costruzioni singolari.

5.A. La generazione dei metalli

Nella quarta parte dei *Principia*, Descartes passa in rassegna le proprietà di alcuni minerali e metalli. Non lo fa in modo esaustivo, tanto che due anni dopo Huygens continua a chiedergli qualche nuova pagina che tolga ogni dubbio nello studio della chimica⁵²⁴, ma riporta degli studi interessanti, tutti orientati a fare rientrare i fenomeni

523 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 570.

524 Cfr. Huygens a Descartes (Oost Eekelo, 7 luglio 1645), AT IV, pp. 779-780, «Autrefois, Monsieur, j'ai été assez effronté et heureau, pour vous arracher ces trois beaux feuillets de la Mécanique dont le monde m'a su tant de gré. Je ne sais combien cette matière ici en requirait, mais bien, que, si vous daignez vous dérober quelque loisir, pour me faire part de ce que je suis bien assuré que vous en avez d'arrêté à part vous, avec autant de détermination qu'il n'y échoie plus ni doute ni changement, je le recevrai...». Il rifiuto di Descartes è netto, «quel poco che sapevo a proposito di questa materia [è] nella quarta parte dei miei Principi, quando ho trattato della natura dei minerali [...], non mi è

particolari in quell'ordine sistematico proprio della fisica.

In particolare, nell'esame dei fenomeni terrestri, Descartes studia il modo in cui si formano i diversi corpi e parte dall'argento vivo, dai succhi acri e acidi e dallo zolfo. Descartes esplicita la ragione per cui si costituiscono i metalli e i minerali sotto terra, che collega al modo diverso in cui le particelle dei corpi⁵²⁵ aderiscono le une alle altre e alle figure che si dispongono. Il movimento della crosta terrestre smuove le diverse parti di materia contenute (in questo caso le piccole parti di materia che ordinata in un certo modo costituisce un minerale particolare), permettendo un passaggio di altre particelle strutturate in modo diverso all'interno degli spazi che si creano. I minerali si formano dall'assemblamento di queste parti diverse e dall'opera che il movimento dei corpi più pesanti compie su di esse, urtandole e spostandole, producendo da queste corpi solidi che si saldano tra di loro.

Il mercurio è il primo nell'ordine dei *Principia*. Esso è formato da parti con «figure così tornite e levigate che, sebbene [...] non permettano che i piccoli globi del secondo elemento scorrano interno ad esse [...], sono tuttavia agitate facilmente [...] soprattutto dalla materia del primo elemento, che riempie tutti gli angoli più stretti lasciati lì. E quindi compongono un liquido molto pesante e assolutamente non trasparente»⁵²⁶. La sua formazione è provata da alcune caratteristiche strutturali: sono le figure che lo compongono a costituirsi in modo tale da non permettere che altri corpi vi scorrano dentro; per questa ragione, però, unitamente alla particolare struttura delle figure, che si

possibile scriverne niente di più senza correre il rischio di sbagliarmi, poiché non ho effettuato le esperienze che mi sarebbero state necessarie per giungere alla conoscenza particolare di ogni cosa; e non avendo i mezzi per farle, rinuncio...» (Descartes a Huygens, Egmond aan den Hoef, 4 agosto 1645, AT IV, pp. 780-781). Trova conferma quel passaggio della Lettre-Préface alla traduzione francese in cui Descartes afferma di non aver completato l'opera così come avrebbe voluto per la mancanza di ulteriori conferme esperienziali. Benché nella quarta parte vi siano alcuni punti sui minerali, manca quella completezza necessaria che il filosofo vorrebbe assegnarle e che Huygens continua a chiedergli.

525 Nella quarta parte, Descartes distingue le particelle terrestri in tre generi, tra cui il corpo C che costituisce la parte al di sotto della crosta terrestre in cui si formano i diversi minerali. Si veda, in proposito, *Principia philosophiæ*, IV, art. 32, «*Quomodo suprema Terræ regio, in duo diversa corpora fuerit primum divisa*», art. 33, «*Distinctio particularum terrestrium in tria summa genera*», art. 34, «*Quomodo tertium corpus inter duo priora factum sit*», AT VIII-1, pp. 218-221.

526 *Principia philosophiæ*, IV, art. 58, AT VIII-1, p. 239, «*De natura argenti vivi*».

costituiscono in angoli stretti, il fuoco lo agita. Non è una spiegazione chiarissima, come gli scriverà Elisabetta sottoponendogli una questione in merito: «non riesco a capire come si formi l'argento vivo – scrive – così pieno di agitazione e così pesante assieme, in disaccordo con la definizione che avete fornito della pesantezza»⁵²⁷. La risposta del filosofo non si fa attendere, e conferma quell'esigenza di più esperienze che abbiamo trovato così frequentemente nella sua corrispondenza, «avrei tentato di chiarirla [...]». Tutto quello che ora posso dirne è che mi vado persuadendo che le piccole parti dell'aria, dell'acqua e di tutti gli altri corpi terrestri, hanno numerosi pori, attraverso i quali può passare la materia molto sottile [...]; le parti dell'argento vivo e degli altri metalli hanno meno pori di tale genere»⁵²⁸, e di conseguenza le sue parti sono meno molli e meno flosce di quelle dell'acqua e, per questo, benché similmente liquide, più pesanti. L'uguaglianza qualitativa – sono entrambi materiali liquidi – non deve trarre in inganno: le parti interne sono diverse e sono state costituite attraverso un'operazione meccanica differente. Il mercurio, infatti, è un minerale: le sue parti sono dure e pesanti, subisce l'azione del fuoco come gli altri minerali ed è pervio all'acqua.

Le differenze tra minerali dipende dal tipo di materiale che entra in quegli spazi che il movimento della crosta terrestre crea. Il sale, per esempio, non si trova solamente nel mare, ma anche in certe montagne, «indurito come pietre»⁵²⁹, talvolta perché l'acqua di mare è salita fino a quei punti, altre volte le particelle di sale che penetrano nei meati terrestri stretti, «perdendo un po' della loro figura e quantità, si tramutano in nitro o sale ammoniacale»⁵³⁰. Schiacciato sotto la crosta terrestre dai movimenti della natura, pertanto, il sale minerale è più puro rispetto a quello marino. Similmente, dalla penetrazione negli stretti meati della Terra, certe esalazioni vi entrano trasportando

527 Elisabetta a Descartes (L'Aia, 1 agosto 1644), AT IV, p. 132.

528 Descartes a Elisabetta (Le Crévy, agosto 1644), AT IV, pp. 136-137.

529 *Principia philosophiæ*, IV, art. LXVIII, «*Cur etim ex quibusdam montibus sal effodiatur*», AT VIII-1, p. 245. All'interno della teoria dei vortici, così, anche i movimenti della crosta terrestre che avrebbe prodotto delle variazioni per cui si possono trovare conchiglie molto lontano dai mari e sulle montagne diventano comprensibili; non lasciano più, infatti, alcuno spazio alle altre credenze che si opponevano alla fissità della terra: ogni suo movimento diventa spiegabile e scientificamente plausibile.

530 *Ibid.*, art. LXIX, «*De nitro aliisque salibus, a sale marino diversis*», AT VIII-1, p. 245.

materiali che si incastrano producendo dei corpi duri, e «da essi nascono anche molti generi di pietre e di altri metalli non trasparenti, quando, incastrati [...], si saldano e si mescolano alle sue particelle; e nascono molti generi di minerali trasparenti e di gemme quando, dapprima, si raccolgono in succhi nelle fessure e nelle cavità della terra e, poi, a poco a poco, mentre le loro particelle più scivolose e fluide vanno via, le altre aderiscono le une alle altre»⁵³¹.

La formazione dei metalli deriva dalla disposizione delle piccole parti, dal movimento e dalla pressione della crosta terrestre e dal passaggio di tre elementi, zolfo, sale e mercurio, che l'alchimia aveva eletto a condizioni magiche e che Descartes riduce a tre materiali: succhi acri, materia oleosa e argento vivo. Così, egli spiega come si formino vari metalli, in particolare il minio e il rame, il ferro e l'antimonio, che si compongono allorquando il movimento delle particelle dell'argento vivo è intralciato dalle esalazioni sulfuree ed esse vengono «rivestite [...] dalla sottilissima lanugine di queste esalazioni»⁵³². Lo zolfo, il bitume, l'argilla e il petrolio, invece, si formano mescolando «le particelle più tenui delle esalazioni [...] a succhi acri e ad alcune particelle metalliche» per lo zolfo, «a particelle di terra e cariche di molti succhi» per il bitume, «a sole particelle di Terra» per l'argilla; «e infine da sole si tramutano in petrolio quando il loro movimento si indebolisce a tal punto che si appoggiano completamente l'una sull'altra»⁵³³.

Descartes ricostruisce attraverso esperimenti il processo della loro formazione e riduce queste differenze alla struttura interna e al movimento delle piccole parti che si crea. Le condizioni particolari in cui le diverse formazioni avvengono, evidentemente, possono essere riprodotte in laboratorio: ciò conduce Descartes a negare le illusioni della ricerca della pietra filosofale e la pretesa di passare da un minerale all'altro, perché

531 *Ibid.*, art. LXXI, «*Quomodo ex varia eorum mixtura, varia lapidum, aliorumque fossilium genera orientur*», AT VIII-1, p. 246. Si vedano le aggiunte alla traduzione francese, in *Principes de la philosophie*, IV, art. 71, AT IX-2, p. 240, in particolare l'ultima, «*c'est ainsi que les diamans, les agates, le cristal, & autres telles pierres se produisent*».

532 *Ibid.*, art. LXXII, «*Quomodo metalla ex terra interiore ad exteriorem perveniant, et quomodo minium fiat*», AT VIII-1, pp. 246-247.

533 *Ibid.*, IV, art. LXXXVI, «*De sulphure, bitumine, argilla, oleo*», AT VIII-1, pp. 247-248.

ogni materiale ha una propria costituzione. Gli esperimenti in laboratorio, quindi, rendono comprensibile questa formazione: sono il movimento, l'estensione e la figura le caratteristiche che determinano le condizioni materiali. Non si tratta di principi astratti, ma di coordinate materiali dello studio analitico-sperimentale della natura.

La formazione, quindi, è ricondotta nella spiegazione a un unico modello, quello di un mondo in cui i movimenti delle parti sono riempiti da corpi che si dispongono in modo particolare, che subiscono l'azione di esalazioni diverse o l'azione del calore. La spiegazione diversifica le formazioni di minerali, ma l'impianto di base è il medesimo. I principi naturali, così, esaminati in laboratorio, sono ordinati in un sistema chiaro.

5.B. Il mercurio

Il mercurio, per esempio, è costituito da quelle parti così impermeabili al secondo elemento, cioè l'aria, che ne fanno un metallo adatto a resistere alla sua forza. Se per la conoscenza della sua natura Descartes si dice ormai quasi del tutto certo, benché infatti non abbia «compiuto tutte le esperienze [...] per conoscere esattamente»⁵³⁴ la natura, è convinto che nessun altro risultato interessante può aggiungervi: «mi sembra che ciò basti per poter dare ragione di tutte le proprietà che fino ad ora ho saputo essere in esso: [...] l'assenza della materia del secondo elemento [...] impedisce che sia trasparente; e lo rende molto freddo; [...] l'attività del primo [...] fa sì che le sue piccole gocce si dispongano in tondo [...] e non si attaccano come l'acqua alle nostre mani [...], ma si attacca, e bene, al piombo e all'oro»⁵³⁵.

Per le sue proprietà, infatti, il mercurio è un metallo molto interessante nello studio della pressione dell'aria; il cui calcolo è un problema fisico non indifferente, soprattutto rispetto al rapporto tra vuoto e pieno che nella fisica cartesiana ha una condizione netta. Descartes è informato degli esperimenti sulla pressione atmosferica che Mersenne coordina, ne fa di propri e si interessa dei lavori che Blaise Pascal sta conducendo in Francia e che pubblicherà con grande successo nel 1647.

534 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 572.

535 Ibid.

Descartes è irritato con Mersenne perché non gli trasmette i risultati, facendogli perdere tempo, «tardate a comunicarmeli, come se dovessi indovinarli»⁵³⁶ gli scrive. La corrispondenza testimonia l'esigenza della comunicazione nel lavoro scientifico: il filosofo del metodo sta compiendo esperimenti importanti di cui redige una sorta di cronaca; «lunedì scorso – scrive – l'altezza dell'argento vivo era esattamente di due piedi e tre pollici [...] e ieri, che era giovedì, era un po' oltre i due piedi e quattro pollici, ma oggi è scesa di tre o quattro linee. Ho un tubo che tenuto fermo giorno e notte nello stesso posto»⁵³⁷, e riconosce che sarebbe utile «poter sapere anche se il cambiamento di tempi e di luoghi non vi influisca»⁵³⁸. Compila una tavola misurata che invia a Mersenne affinché, ripetendo l'esperimento a Parigi, possa confrontare con le misurazioni cartesiane se vi sono differenze significative. Tuttavia i risultati non sono ancora pubblicabili: non è «il caso di divulgarli immediatamente. Sarebbe meglio attendere che il libro del Signor Pascal sia pubblicato»⁵³⁹, scrive.

536 Descartes a Mersenne (Egmond-Binnen, 13 dicembre 1647), AT V, p. 98. Il nervosismo cartesiano pare giustificarsi nella misura in cui il filosofo lamenta di non esser stato tenuto al corrente delle esperienze più recenti intraprese da Mersenne e che stavano coinvolgendo con grande interesse e attenzione la comunità scientifica europea. Qualcosa di simile accade in seguito all'invio dell'*Aristarchi Samii de Mundi systemate* di Roberval, che Descartes ricevette due anni dopo la pubblicazione attraverso Huyens (cfr. Huygens a Descartes, L'Aia, 5 febbraio 1646, AT IV, p. 785; in *CM XIV*, pp. 61-62). Mersenne, infatti, che non è stato certo indifferente alla pubblicazione, non ne fece menzione né per lettera, né nell'occasione della visita parigina di Descartes nell'estate del 1644; è un atteggiamento quantomeno curioso e in controtendenza con il comportamento solito del minimo, che non aveva alcuna remora nell'inviare a Descartes o nell'interrogarlo su qualsiasi cosa gli capitasse a mano. Il giudizio di quest'ultimo è inappellabile, benché sia stato «publié depuis mes Principes, je pensais qu'il nous enseignerait quelque chose de plus, mais je n'y a rien trouvé qui ne me fit avoir pitié de son auteur» (Descartes a Huygens, Egmond, 11 marzo 1646, AT IV, p. 786); il 20 aprile in due lettere a Mersenne, una privata in francese («je ne pourrais juger de lui autre chose, sinon qu'il pense être beaucoup plus habile qu'il n'est, et que c'est plutôt en faisant le capable, et en méprisant les autres, qu'il s'est acquis quelque réputation, que non pas en produisant quelque chose de son esprit qui la méritât» (Descartes a Mersenne, Egmond-Binnen, 20 aprile 1646, AT IV, p. 393)) e l'altra in latino, affinché possa circolare tra i dotti (Descartes a Mersenne, Egmond-Binnen, 20 aprile 1646, AT IV, pp. 397-403), Descartes continuerà la sua critica serrata.

537 Descartes a Mersenne (Egmond-Binnen, 13 dicembre 1647), AT V, pp. 99-100. E.-J. Bos, M. van Otegem, Th. Verbeek, *Notes sur la correspondance de Descartes*, in *Archives de Philosophie*, 65, 2002, pp. 5-14, ritengono sia plausibile la lettura “2 pollici”, invece di “3”.

538 *Ibid.*, p. 99.

539 *Ibid.*, p. 100. Descartes riconosce a Pascal di aver ricostruito una teoria della pressione atmosferica di straordinaria fattura, e gli aveva inviato dei piccoli accorgimenti affinché rivalutasse i propri

Mancano ancora le conclusioni e le verifiche necessarie affinché gli esperimenti possano diventare risultati interessanti; così, nell'onestà intellettuale di chi non vuole rischiare di pubblicare risultati non conclusivi, Descartes preferisce rimandare la soluzione a un'opera più compiuta che tuttavia non scriverà mai. Gli esperimenti continuano secondo i desideri di Descartes, che il 31 gennaio scriverà a Mersenne di essere «soddisfatto delle [...] osservazioni sull'altezza dell'argento vivo»⁵⁴⁰ e in aprile riconoscerà che «nessuno dei vostri esperimenti sull'argento vivo mi sorprende», perché «non ce n'è nessuno che io non possa accordare facilmente con i miei principi, almeno nei limiti in cui le vostre esperienze siano vere»⁵⁴¹.

esperimenti a confronto con una teoria del pieno. Cfr. p. 99, «j'avais averti M. Pascal d'expérimenter si le vif-argent montait aussi haut, lorsqu'on est au-dessus d'une montagne, que lorsqu'on est tout au bas; je ne sais s'il l'aura fait». Si vedano anche la pagine seguenti dell'edizione AT, pp. 101-106, in cui gli autori aggiungono delle note interessanti sulla questione. Non si può parlare di collaborazione scientifica con Pascal, ma è sempre interessante notare che Descartes sia sempre meno il filosofo di una scienza solitaria, soprattutto di fronte alle mille esperienze fattibili.

Si guardi anche la lettera di Descartes a Carcavi di due anni dopo, in cui il filosofo chiede al corrispondente di comunicargli i risultati dell'esperienza di Pascal, insistendo ancora sull'avergli suggerito lui quali compiere, Descartes a Carcavi (11 giugno 1649), AT V, pp. 335-366, «je vous prie de m'apprendre le succès d'une expérience qu'on m'a dit que M. Pascal avait faite [...] pour savoir si e Vif-argent monte plus haut dans le tuyau étant au pied de la montagne, et de combien il monte plus haut qu'au-dessus. J'aurais droit d'attendre cela de lui plutôt que de vous, parce que c'est moi qu'il ai avisé, il y a deux ans, de faire cette expérience [...]. Mais, parce qu'il est ami de M. Roberval, qui fait profession de n'être pas le mien [...] j'ai sujet de croire qu'il suit les passions de son ami». Si veda anche la risposta di Carcavi, in AT V, p. 370.

540 Descartes a Mersenne (Egmond-Binnen, 31 gennaio 1648), AT V, p. 115.

541 Descartes a Mersenne (Egmond-Binnen, 4 aprile 1648), AT V, p. 141. Ancora una volta si ripete il leitmotiv cartesiano secondo cui l'esperienza sia inutile senza una teoria che possa comprenderla e utilizzarla. Le esperienze possono aiutare a costruire la complessità della conoscenza, ma si tratta solo di «pre-theoretical observation» (D. Garber, *Descartes and Experiment in the Discourse and Essays*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, cit., p. 306) che non raggiungono lo stato di fatti scientifici finché non sono integrate con la teoria. Gli esperimenti servono soprattutto per indicare la via corretta della ragione e mostrare, là dove l'ingegno richiede un esercizio induttivo, quale tra i diversi modi di connessione tra le cose valga nel caso specifico: «non conosco altro espediente – aveva scritto nel *Discours* – che il ricercare nuovamente alcune esperienze, tali che ciò che ne risulta non sia lo stesso a seconda che lo si debba spiegare in un modo o in un altro» (*Discours de la Méthode*, VI, AT VI, p. 65).

5.C. I principi dei Chimici. I succhi acidi e acri

Descartes analizza sia la struttura di quei succhi che producono il solfato di rame, e che i chimici avevano ridotto al sale, le cui particelle «sono rese piatte e flessibili da tondeggianti che erano» dal calore della terra, e «si tramutano in certi succhi aspri, acidi e corrosivi [...] e rappendendosi insieme al materiale metallico, compongono il solfato di rame; con del materiale sassoso, l'allume»⁵⁴²; sia quella delle particelle molli che, frantumate e smembrate, si dividono «in molti rametti piccolissimi e flessibilissimi [...] i quali compongono lo zolfo, il bitume, e tutti li altri materiali grassi od oleosi che si trovano nelle miniere»⁵⁴³. Sono il sale, lo zolfo e il mercurio. Descartes sta discutendo dei metalli confrontandosi con i principi dell'alchimia, che stabilivano principi oscuri e simbolici attribuendo istanze vitali alla semplice materia. Tuttavia non si adegua ai loro sistemi oscuri, da un lato rifiutandone le definizioni, dall'altro ricostruendo l'operatività dei materiali nel modello del mondo⁵⁴⁴: i metalli si formano per il movimento dei succhi acri che separano la materia, sono avvolti di materia oleosa e sono trascinati verso l'alto dall'argento vivo. La diversità di metalli che si forma, dipende così dalle grandezze e dalla figure delle piccole parti di questa materia, non da trasmutazioni straordinarie. Gli esperimenti compiuti da Descartes, infatti, ordinati da ragioni chiare ed evidenti, ne mostrano la costruzione.

5.D. Le produzioni di materiali

I diversi materiali presenti nella terra dipendono dall'opera di questi tre elementi, succhi acri, materia oleosa e argento vivo, sulle particelle di corpi che si compongono. Ovviamente anche il calore terrestre conta. Descartes passa in rassegna, nell'ordine di

542 *Principia philosophiæ*, IV, art. 61, «*De succis acribus et acidis, e quibus fiunt atramentum, sutorium, alumen, etc.*», AT VIII-1, p. 241.

543 *Ibid.*, art. 62, «*De materia oleaginea bituminis, sulphuris, etc.*», AT VIII-1, p. 242.

544 Cfr. *Principia philosophiæ*, IV, art. 63, «*De Chymicorum principiis; et quomodo metalla in fodinas ascendant*», AT VIII-1, p. 242: «i succhi acri – scrive Descartes, – scorrendo attraverso i meati del corpo C, ne separano alcune particelle che poi, avvolte e rivestite di materia oleosa, sono trascinate facilmente verso l'alto dall'argento vivo rarefatto dal calore, e, a seconda delle loro diverse grandezze e figure, costituiscono i diversi metalli». (Corsivo mio.)

indagine che segue la catena dei movimenti terrestri, i diversi materiali che via via si costituiscono: il minio, composto dalle particelle dell'argento vivo rivestite dalla lanugine delle esalazioni sulfuree; poi lo zolfo, il bitume, l'argilla e il petrolio⁵⁴⁵. L'attenzione per i movimenti che producono lo spostamento di materiali porta Descartes a dare ragione dei movimenti tellurici e della presenza del fuoco sotto terra. Da qui, poi, ricostruisce la natura di alcuni corpi particolarmente infiammabili: lo zolfo, il nitro e il carbone⁵⁴⁶. Lo studio mostra come l'utilizzo di questi materiali riproduca la meccanica naturale: la polvere da sparo che l'uomo produce, infatti, rispetta le proprietà dei materiali di cui è fatta. E si infiamma molto facilmente perché lo «zolfo è infiammabile al massimo grado, in quanto è costituito di particelle di succhi acri, le quali sono intrecciate con i rametti tenui e folti della materia oleosa [... e] molti meati [...] sono accessibili solo al primo elemento»⁵⁴⁷; il nitro, da parte sua, «costituito da particelle allungate e rigide, ma diverse dal sale comune»⁵⁴⁸, ha particelle costituite in modo tale che deve interporre una proporzione con i succhi dello zolfo che ne «agitano le particelle»⁵⁴⁹ producendo un movimento che permette l'infiammabilità. Infine il carbone, che è composto di due generi di particelle, la cenere da un lato, e altre particelle «più tenui le quali, certo, prendono fuoco facilmente [...], ma intrecciate con lunghi e molteplici rami [la figura del nitro], non possono essere separate senza una certa forza»⁵⁵⁰. Si vede, così, come tutti e tre i corpi alimentino un'azione del fuoco per la disposizione delle proprie particelle e, unendosi tra loro, ne favoriscano l'azione esplosiva. Trova conferma quanto scritto nel secondo capitolo del *Monde*, là dove si raccontano gli studi compiuti sul fuoco, e riassunto nella quinta parte del *Discours*: «come si produce, come si nutre; come talvolta ha solo del calore senza luce, e talvolta solo della luce senza calore; come può introdurre diversi colori [...] e diverse qualità;

545 Cfr. *Principia philosophiæ*, IV, art. 76, «*De sulphure, bitumine, argilla, oleo*», AT VIII-1, pp. 247-248.

546 Cfr. *Principia philosophiæ*, IV, art. CI-CVIII, AT VIII-1, pp. 261-263.

547 *Principia philosophiæ*, IV, art. 109, «*De pulvere tormentario ex sulphure, nitro et carbone confectio: ac primo de sulphure*», AT VIII-1, p. 263.

548 *Ibid.*, art. 110, «*De nitro*», AT VIII-1, p. 264.

549 *Ibid.*, art. 111, «*De sulphuris et nitri conjunctione*», AT VIII-1, p. 264

550 *Ibid.*, art. 114, «*De carbone*», AT VIII-1, p. 265.

come fonde alcuni corpi e rende duri altri; come può consumarli quasi tutti, o convertirli in cenere e fumo; come, infine, da queste ceneri, con la sola violenza della sua azione, si formi il vetro»⁵⁵¹. Nei *Principia*, infatti, il *Monde* trova una sistemazione nella struttura sintetica dell'opera in cui i risultati sono proposti in modo sintetico a partire dalle nozioni dell'estensione e della figura dei corpi e del movimento che viene compiuto.

La spiegazione delle parti della terra continua attraverso la descrizione di altri corpi che si formano attraverso il movimento e l'estensione: Descartes descrive «le acque ardenti, insipide e acide»⁵⁵², «i sublimati e gli olii»⁵⁵³, e il «vetro»⁵⁵⁴. L'azione del fuoco, che si comporta in modo diverso a seconda della struttura di certi corpi, produce da una medesima materia, elementi differenti.

La fisica cartesiana tiene insieme tutti questi diversi materiali, prodotti dalla variazione di condizioni simili (calore, movimento, pressione, presenza di vapori o di succhi). L'enumerazione dei diversi oggetti si riconduce alle classi di equivalenza concettuale che unifica i diversi minerali alla disposizione delle piccole parti e permette la conoscenza vera.

§ 6. *Il magnete*

Infine resta un metallo che ha suscitato un grande interesse e grande scalpore, in particolare nella prima metà del XVII secolo: il magnete. Pietra senza statuto, potremmo dire, ma dall'effetto particolare e magico, ha avuto un grande rilievo negli studi di fisica.

551 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 44.

552 Cfr. *Principia philosophiæ*, IV, art. 120, «*De auis ardentibus, insipidis, acidis*», AT VIII-1, p. 268.

553 Cfr. *ibid.*, IV, art. 121, «*De sublimatis et oleis*», AT VIII-1, p. 269.

554 Cfr. *ibid.*, IV, art. 124, «*De vitro, quomodo fiat*», AT VIII-1, p. 270: «*ultimus ignis effectus, est calcis et cinerum in vitrum conversio [...]. Cum autem postea validus et diuturnus ignis pergit in illas vim suam exercere, hoc est, cum tenuiores particulæ tertii elementi, una cum globulis secundi a materia primi abreptæ, celerrime circa ipsas in omnes partes moveri pergunt, paullatim earum anguli atteruntur, et superficies lævigantur, et forte etiam nonnullæ ex ipsis inflectuntur, sicque unæ super alias repentes et fluentes, non punctis duntaxat sed exiguis quibusda superficiebus se contingunt, et hoc pacto simul connexæ vitrum componunt*».

Se ne occupò William Gilbert, nel *De Magnete*, Joannes Kepler, nell'*Astronomia Nova*⁵⁵⁵, e Jan-Baptiste van Helmont nel *De magnetica vulnerum curatione*⁵⁵⁶. Sono interpretazioni che attribuiscono ruoli diversi al magnete, spesso ricercando una spiegazione animistica o una condizione vitalistica al movimento che questa pietra provoca. Nel *Novum organum* Bacon lo definisce un'esperienza importante, individuando nello studio del magnetismo terrestre sperimentato attraverso il magnete sferico di Gilbert un'istanza cruciale⁵⁵⁷, e criticando alcuni aspetti dello studio

555 L'obiettivo di Gilbert era di modificare il sistema cosmologico, ponendo fine alla discussione; non lavorò, tuttavia, su questioni astronomiche pure, ma sulla natura della terra: impiegando le conoscenze di metallurgia e mineralogia, infatti, sostenne che la magnetite costituiva l'elemento fondamentale e che la Terra non era altro che una grossa sfera magnetica, equiparando la sua natura magnetica, di conseguenza, alle intelligenze cosmiche neoplatoniche. Kepler beneficerà dell'apporto della filosofia magnetica nel proprio lavoro, che gli permise di postulare la vera forma delle orbite e di fornire le cause fisiche del moto. Il Sole, infatti, svolgeva la funzione di un magnete unipolare, mentre i pianeti quella di magneti bipolari.

556 Nella corrispondenza intrattenuta con Mersenne, più volte compaiono tematiche che collegano il magnetismo alla medicina; seguace di Paracelso, infatti, anche van Helmont aveva attribuito le proprietà magnetiche al rapporto tra i sessi e alla procreazione. «Vous sçavez que les remedes de l'Escole hermetique prevailent à ceux des methodiques quantum purum coctum superat impurum crudum venenosum. D'ailleurs magnetica uteri attractix, unica impregnationis causa, a nemine certius tractabitur (absit invidia) quam ab autore Magnetismi» (J.B. van Helmont à Mersenne, 29 mars 1631, in *CM III*, p. 153).

In una lettera del 30 gennaio 1631, van Helmont si riferisce esplicitamente al magnetismo animale come ad una facoltà che connette gli uomini (o meglio, le loro sensazioni o alcune casualità altrimenti inspiegabili) tra loro come se in certe condizioni vi fosse una forza magnetica a stabilirli (cfr. J.-B. van Helmont à Mersenne, 30 janvier 1631, in *CM III*, p. 54). Questa concezione giustificava l'idea di una simpatia e antipatia universali che regolassero i rapporti tra gli uomini al di là del loro volere, van Helmont ne scrive a Mersenne nel giugno del 1630, per esempio (cfr. J.-B. van Helmont à Mersenne, juin 1630, in *CM II*, p. 498). Nel 1634, il Minimo tratterà in una questione delle virtù occulte e della simpatia e antipatia, riconducendole più alla scaramanzia degli ignoranti che non alla cultura scientifica: «il faut remarquer que ces qualitez sont seulement occultes aux ignorants, car les doctes sçavent l'origine des actions que le vulgaire nomme *sympathie* ou *antipathie*, n'usent point de ces termes, et monstrent que ce qu'on appelle *occulte*, leur est evident [...] ils ont besoin de la sympathie pour couvrir leur défaut» (M. Mersenne, *Les Questions théologiques*, Paris, 1634, Question XXIII: *Quelles sont les vertus occultes et la sympathie et antipathie, et d'où elles viennent*, pp. 110-111).

557 Cfr. F. Bacon, *Novum organum*, II, 36; trad. it. Id., *Nuovo organo*, a cura di M. Marchetto, Milano, Bompiani, 2002, pp. 393-395, sulla natura del magnete «il bivio sarà il seguente, o il contatto con il magnete introduce da sé nel ferro la tendenza a volgersi verso Settentrione e Austro; o soltanto eccita il ferro e lo dispone a ciò, mentre il moto in quanto tale viene introdotto dalla presenza della Terra, come sostiene Gilbert [...]. L'istanza cruciale relativa a questo soggetto potrebbe essere dunque la seguente. Si prenda un magnete di forma sferica come la Terra e se ne indichino i poli», eccetera.

gilbertiano⁵⁵⁸. Lo stesso Galilei aveva osservato che l'operato dell'inglese non fosse disprezzabile, ma si lamentava che si fosse fermato alle analogie qualitative, senza applicarvi la matematica⁵⁵⁹.

Francis Bacon aveva studiato l'azione a distanza nell'aforisma 48 del secondo libro del *Novum organum*, interessandosi del magnete. Egli accomuna varie manifestazioni fisiche all'attrazione magnetica: il comportamento delle bolle d'aria, le corde della cetra, per fare due esempi, e ritiene «che questo moto si trovi, del tutto incognito, anche negli

558 Sui rapporti tra il Lord Cancelliere e W. Gilbert, che operarono entrambi alla corte della regina Elisabetta I, si veda M. Boas, *Bacon and Gilbert*, in *Journal of the History of Ideas*, 12, 1950, pp. 466-467. La critica concerne, soprattutto, l'unilateralità dello studio gilbertiano che costruisce tutta una fisica e una filosofia sul solo studio del magnete; si veda l'aforisma 54, «gli uomini amano molto le scienze e le speculazioni particolari [...] le deformano e le corrompono secondo le loro precedenti fantasie [...]. Anche gli alchimisti, sulla base di pochi esperimenti di fornace, hanno costruito una filosofia fantasiosa e di scarsa rilevanza. Persino Gilbert, dopo aver destinato moltissime energie allo studio e all'osservazione del magnete, costruì subito una filosofia conforme a ciò che lo aveva interessato di più» (F. Bacon, *Novum organum*, I, 54, cit., p. 105). Si veda anche S. Gaukroger, *Francis Bacon and the Transformation of Early-Modern Philosophy*, Cambridge, Cambridge University Press, 2001, p. 90, p. 124, «is fascination with a particular subject, which leads one to extrapolate to other areas – Aristotle [...], alchemist [...], Gilbert from a detailed study of the loanstone to a cosmological system». Contro questo male della filosofia empirica, Bacon mette in guardia i propri lettori, essa «conduce a opinioni ancora più vergognose e mostruose [...] perché è fondata [...] sulla limitatezza e sull'oscurità di pochi esperimenti. [...] un notevole esempio è negli alchimisti e nelle loro dottrine; nel nostro tempo, invece, se ne trovano a stento se non forse nella filosofia di Gilbert» (F. Bacon, *Novum organum*, I, 64, cit., p. 119).

Più che una critica a Gilbert per la sua teoria sul magnete, sembra evidente l'attacco al filosofo che si era fabbricato ad arbitrio il proprio mondo come se fosse una favola, per esempio nel *De mundo nostro sublunari philosophia nova*, il cui manoscritto fu trovato tra le carte di Bacon. Il Lord Cancelliere, infatti, non sembra criticare alcun aspetto del magnetismo, ma solo l'impiego che ne viene fatto: per la riforma della scienza, così, è necessario compiere buone esperienze, senza farne un unico sistema di riferimento. La proposta baconiana, infatti, consiste nell'approfondire le esperienze citate affinché possa emergere un sistema scientifico non oscuro, né ermetico. Il confronto con W. Gilbert è presente sia nel *De fluxu et refluxu maris*, che nel *Thema caeli*, (cfr. F. Bacon, *Philosophical Studies c.1611-c.1619*, cit., pp. 63-93; pp. 171-193).

559 G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, III, in Id., *Opere*, VII, p. 432. «SALV. Io sommamente laudo ammiro ed invidio questo autore, per essergli caduto in mente concetto tanto stupendo circa a cosa maneggiata da infiniti ingegni sublimi, né da alcuno avvertita [...]: quello che avrei desiderato nel Gilberti, è che fusse stato un poco maggior matematico, ed in particolare ben fondato nella geometria, la pratica della quale l'avrebbe reso men risoluto nell'accettare per concludenti dimostrazioni quelle ragioni ch'ei produce per vere cause delle vere conclusioni da sé osservate [...]; e io non dubito che co 'l progresso del tempo si abbia a perfezionar questa nuova scienza, con altre nuove osservazioni, e più con vere e necessarie dimostrazioni».

spiriti animali»⁵⁶⁰. Divide, quindi, quattro virtù magnetiche: «l'attrazione del magnete col magnete», «la polarità Settentrione-Austro e la sua declinazione», «la sua penetrazione attraverso l'oro, il vetro, la pietra e gli altri corpi», «la comunicazione delle sue virtù dalla pietra al ferro e dal ferro al ferro, senza comunicazione di sostanza»⁵⁶¹, limitandosi a studiare la virtù dell'attrazione. Siamo di fronte ad una descrizione in cui si enumerano le diverse proprietà attraverso casi differenti. Egli raccoglie le conoscenze diffuse, costruendo un elenco delle *istanze* più interessanti, ma non pratica alcuna delle esperienze proposte.

Anche Beeckman se ne era occupato, tanto che Jacob Smetius, in una lettera a Huygens del 1644, accusa Descartes di aver ripreso degli studi del primo⁵⁶². Se vi è, in effetti, qualche vicinanza al magnetismo in Beeckman⁵⁶³, tuttavia le differenze teoriche sono notevoli: il nederlandese non parla mai di pietre scanalate e non ha una medesima teoria unitaria della fisica. D'altra parte non è nemmeno chiaro che cosa il corrispondente di Huygens intenda con “magnetica cartesiana”, dato che i principali studi del filosofo del metodo sono presenti solo nei *Principia philosophiæ* pubblicati quell'anno.

6.A. Gli studi della corrispondenza

Già nelle *Regulæ ad directionem ingenii*, Descartes aveva citato il magnete come caso particolare di un'applicazione felice del metodo dell'analisi: esempio di attuazione del metodo all'esperienza, di cui l'ordine e la misura veniva presentato come necessario anche in questo caso complesso.

560 F. Bacon, *Novum organum*, II, 48, cit., p. ...

561 *Ibid.*, p.

562 Cfr. C. Huygens, *Briefwisseling*, IV, p. 47, J. Smithius, XII Aug. 1644, «*Magnetica Cartesii tuo nuper beneficio Zutphaniæ legi, seb ab illo tempore Centuriam vidi Meditationum mathematico-physicarum, A° 1628 scriptam, recens hoc anno typis editam, Isaaci Beeckmanni Dordraceni pædagogiarhæ, in quibus, quæ numero 36, 77, 81 et 83 est, ostendit non Cartesio ista corpuscola primum in mentem venisse*». Smetius si riferisce all'opera di Beeckman pubblicata, postuma, nel 1644, *Mathematico-physicarum meditationum, quæstionum, solutionum centuria*.

563 Cfr. *Journal*, cit., vol. I, pp. 36, 101-102, 309; vol. II, pp. 119-229, 339-340; vol. III, pp. 17, 26.

Ma chi pensa che nel magnete non si possa conoscere nulla che non consti di alcune nature semplici e per sé note, senza essere incerto su come si debba fare, per prima cosa raccoglierà diligentemente tutti gli esperimenti di cui può disporre su questa pietra, da questi, poi, cercherà di dedurre, quale mescolanza delle nature semplici sia necessaria per produrre gli effetti che ha sperimentato nel magnete; trovatala, può affermare senza esitazione di aver compreso la vera natura del magnete, per quel che si può trovare dall'uomo e a partire dagli esperimenti dati⁵⁶⁴.

Il magnete è un esempio dell'applicazione del metodo che si richiamava in queste pagine, là dove si indicava la necessità di separare le difficoltà fino ad intuirne il nocciolo concettuale di ogni fenomeno complesso. Nell'esempio citato occorre ridurre la magnetite a specifiche proprietà osservabili e intuibili, riconducendo «tutte le questioni imperfette alle perfette», e «astrarre da ogni concetto superfluo la difficoltà ben intesa e ridurla al punto da pensare che ci occupiamo [...] di certe grandezze che devono essere comparate tra loro: infatti, per esempio, dopo esserci determinati a considerare solo questi o quegli esperimenti sul magnete, non rimane alcuna difficoltà nel distogliere il nostro pensiero da tutti gli altri»⁵⁶⁵. In queste pagine, tuttavia, la soluzione è rimandata ad una parte successiva dell'opera: manca sia la pratica sperimentale e la combinazione delle nature semplici che hanno prodotto l'effetto magnetico⁵⁶⁶.

Non è probabilmente troppo azzardato ritenere che tale assenza si debba anche alla difficoltà dello studio stesso. Similmente, nelle esperienze cartesiane dei primi anni Trenta, il magnete rimaneva una difficoltà non ancora risolta, mancando l'idea chiara e distinta della struttura delle parti interne che lo compongono. Sono necessarie delle esperienze per dirigere la deduzione.

564 *Regulæ ad directionem ingenii*, XII, AT X, p. 427.

565 *Ibid.*, XIII, AT X, p. 431.

566 In proposito, si vedano dubbi simili sollevati da W.R. Shea, *The Maginc of Numbers and Motion. The Scientific Career of René Descartes*, Massachusetts, Watson, 1991, trad. it. Id., *La magia dei numeri e del moto. René Descartes e la scienza del Seicento*, Torino, Bollati Boringhieri, 1994, pp. 151-152.

La corrispondenza testimonia di questi lavori. In particolare, si alternano momenti diversi: lunghi periodi di silenzio e considerazioni incerte. Il 4 novembre 1630, ringraziando Mersenne per un esperimento sul magnete e giudicandolo «vero», Descartes trova che si accordi «interamente alle ragioni del mio *Mondo*, e probabilmente mi servirà per confermarle»⁵⁶⁷. Venti giorni dopo, tuttavia, rifiuta di consultare «il libro di Cabeus *de Magnetica Philosophia*» adducendo che sia una distrazione inutile; inoltre, lamenta ancora una volta a Mersenne l'eccessiva curiosità delle sue richieste: «per quanto riguarda le vostre questioni, non saprei proprio rispondervi con cognizione di causa, poiché la mia mente è interamente rivolta ad altro»⁵⁶⁸, lasciando intendere la difficoltà di applicare i suoi principi alla spiegazione della pietra. L'opera di Niccolò Cabeo⁵⁶⁹, *Philosophia magnetica* (1629), in cui si

567 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 4 novembre 1630), AT I, p. 176.

568 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 25 novembre 1630), AT I, p. 180. La frase è a metà tra il rifiuto della lettura del libro e le risposte a una questione musicale, e non è chiaro se si riferisca ad altre questioni musicali o alla curiosità sul magnete; ovviamente non possediamo la lettera del minimo, né possiamo ricostruire le domande che questi può avergli posto, troppo vasta era la sua curiosità per porle dei confini. Nella corrispondenza di Mersenne emerge una lettera in cui van Helmont commenta l'ultimo scritto di Gaffarel (si veda J.-B. van Helmont a Mersenne, 26 settembre 1630, in *CM* II, pp. 530-540); che Mersenne abbia richiesto ancora un giudizio di Descartes su Gaffarel o van Helmont? Non possiamo escluderlo. D'altro canto, sempre nella lettera del 4 novembre, Descartes sottolinea come un esperimento sul magnete sia stato impiegato da Mersenne per definire la distinzione del ritorno di una corda in uno strumento musicale; così, non si può escludere che accanto alle richieste in ambito musicale, Mersenne ne avesse aggiunta qualcuna inerente alla pietra (cfr. Descartes a Mersenne, Amsterdam, 4 novembre 1630, AT I, p. 172). Inoltre, dato che i riferimenti al magnete sono, in seguito, sporadici e che nel *Monde* non vi è alcuna menzione di esso, tuttavia, possiamo ritenere che Descartes si sia rifiutato di rispondere a Mersenne anche su questo tema, giudicandolo prima una distrazione e poi un esercizio inutile, e dietro quell'impossibilità di concentrarvi interamente la propria mente, traspare l'idea che esso costituisca una catena ancora troppo complessa per lo studio che sta compiendo.

569 Egli considerava la Terra immobile e, pertanto, non accettava il moto come causa dei campi magnetici. Su N. Cabeo, gesuita che si occuperà di alcune ricerche fisiche sull'elettricità e sul magnetismo, si veda J. L. Heilbron, *Electricity in the 17th and 18th Centuries. A study of early modern physics*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1979, pp. 180-183: p. 183, «Cabeo's work on electricity deserves admiration [...]. Much of the creative work on electricity during the seventeenth century did center on the testing of his theory». Si vedano anche R. Baldwin, *Magnetism and the anti-Copernican Polemic*, in *Journal of the History of Astronomy*, vol. 16, 1985, pp. 155-174. C. Martin, *With Aristotelians like these, who needs anti-Aristotelians? Chymical corpuscular matter theory in Cabeo's Meteorology*, in *Early Science and Medicine*, vol. 11, 2006, pp. 135-161.

esaminano le cause del magnetismo terrestre, era una critica dell'opera di Gilbert⁵⁷⁰; ma il gesuita non spiega i fenomeni magnetici secondo quei termini meccanici – egli continua a proporre una spiegazione del magnete nell'analogia con le piante, rifiutando ogni costruzione corpuscolare e accogliendo l'ipotesi che il magnetismo discenda da una simpatia della natura – che Descartes esige: quindi è inutile. Il fatto che Mersenne gliene abbia sottoposto la lettura è, probabilmente, più indice dell'incertezza che la comunità scientifica aveva nei confronti del magnete.

Negli anni successivi la corrispondenza non testimonia altri studi sul magnete, salvo che per due occasioni. Un'osservazione critica la prima, in polemica verso coloro che negando l'unità del moto ricostruiscono una fisica relativa: «secondo costoro – scrive Descartes – così come il magnete [...] agisce sempre maggiormente da vicino che da lontano, bisogna ammettere che uno stesso corpo pesa tanto più quanto più è vicino al centro della Terra»⁵⁷¹; il silenzio nella seconda occasione: in risposta a Jean-Baptiste Morin, secondo il quale l'enumerazione degli esempi cartesiani non fosse completa poiché trascurava di citare il caso del magnete, vera e propria obiezione agli *Essais*, Descartes non risponde⁵⁷².

Dieci anni dopo, nel 1639, si ripresentano numerose occorrenze, indizio dei nuovi

570 Per qualche nota in proposito, si veda E. Bellone, *L'esplorazione del "largo pelago": elettricità, magnetismo, calore, luce*, in *Storia della scienza moderna e contemporanea*, vol. I, *Dalla rivoluzione scientifica all'età dei lumi*, a cura di P. Rossi, Torino, Utet, 1988, pp. 404-405.

Sia chiaro, Cabeo rifiuta numerosissimi aspetti della teoria di Gilbert, tra cui il presupposto che il magnete sia animato. Infine, non si può non ricordare, che il trattato venne scritto con l'intento di rifiutare scientificamente le ragioni del movimento della Terra, dimostrando attraverso esperienze e osservazioni la teoria geocentrica: il magnetismo costruisce un sistema energetico con cui si previene che la Terra venga dislocata.

571 Descartes a Mersenne (13 luglio 1638), AT II, p. 224. Si veda, inoltre, Étienne Pascal et Roberval à Fermat, 16 août 1636, in *Oeuvres de Fermat*, II, Correspondance, publié par MM. P. Tannery et C. Henry, Paris, Gauthier, 1894, p. 36.

572 Il dibattito con Morin si era sviluppato attraverso uno scambio epistolare prolungato, ma alla lettera dell'ottobre 1638 Descartes non vuole più rispondere («je ne ferai plus de réponse à M. Morin, puisqu'il ne le désire point; aussi bien n'y a-t-il rien, dans son dernier Ecrit, qui me donne occasion de répondre quelque chose d'utile» (Descartes a Mersenne, Santpoort, 15 novembre 1638, AT II, p. 437)). Nell'ultima epistola, tra le numerose obiezioni, il matematico francese gli scrive di essere sorpreso «que vous fassiez tant d'état des comparaisons pour prouver les choses Physiques [...]; vu qu'en la nature il se peut trouver tant d'effets qui n'ont point de semblables, comme entre autres ceux de l'aimant» (Morin a Descartes, Parigi, ottobre 1638, AT II, p. 411).

studi che Descartes compie. Il 25 dicembre 1639, Descartes ringrazia Mersenne per alcune «osservazioni sul magnete: se è vero che in Inghilterra oggi declina meno di quanto non facesse in precedenza, ciò merita di essere sottolineato, e se questo cambiamento è avvenuto poco a poco o in poco tempo»⁵⁷³.

Un mese dopo, però, riferendosi alle osservazioni contenute in un libro, Descartes si mostra dubbioso del loro risultato. Come se le esperienze di Mersenne che raccolgono il materiale e ripercorrono lo *status quæstionis* sembrano interessare Descartes nella misura in cui possono essere approfondite, le conseguenze simili trattate nel libro dell'inglese⁵⁷⁴ sono rifiutate: le osservazioni sul magnete riguardano casi così particolari ed è opportuno disporre «non di tre, ma di mille osservazioni prima di esserne del tutto sicuro, giacché basta un nonnulla per farle variare»⁵⁷⁵, e più che dar credito alle considerazioni scritte, Descartes vuol essere sicuro che le esperienze conducano tutte verso un risultato certo. Un conto, quindi, è l'interesse mostrato per le osservazioni compiute dal Minimo che egli può riorganizzare e ordinare attraverso la ragione, un altro il disinteresse per risultati conclusivi ed esperienze già compiute al di fuori dell'ordine del metodo.

Qualche riga più sotto, dopo aver commentato uno «stampato di Chorez», probabilmente riferentesi alle lenti e giudicato «una ciarlataneria»⁵⁷⁶, ritorna su alcuni

573 Descartes a Mersenne (25 dicembre 1639), AT II, p. 636. Con ogni probabilità si tratta di uno scritto di Mersenne per Naudé, preparato nella primavera del 1639, *Ad eruditissimum virum, Dominum D. Gabrielem Naudeum, Doctorem Medicum* (in CM VIII, pp. 754-762, Appendice II) in cui riassume le conoscenze dell'epoca, di cui scriverà più largamente nei *Cogitata* del 1644. L'opuscolo era stato inviato a Grozio (CM VIII, p. 482), a Bisterfeld (CM VIII, p. 533), a Haack (CM VIII, p. 584). Con quest'ultimo, inoltre, la discussione su diverse tipologie di magneti e sulle loro proprietà continua.

574 Con ogni probabilità si tratta del libro di H. Gellibrand, *A discourse Mathematical on the Variation of the Magneticall Needle. Together with its admirable dimintion lately discovered*, London, W. Iones, 1635. Cfr. Pell a Mersenne, 21 novembre 1639, in CM VIII, p. 631 e n. 6. Non mi sento di escludere, tuttavia, che assieme al proprio libretto Mersenne avesse inviato alcune esperienze trattate nel libro di Gellibrand, suggerendo a Descartes che potessero essere sue. E gli abbia inviato il libro in un secondo momento. Non trovo, infatti, nello scritto del Minimo alcun cenno alle esperienze compiute in Inghilterra cui Descartes fa riferimento, le quali, invece, sono materia nel libro dell'inglese. Per queste osservazioni, si veda la lettera di Mersenne a Kircher, 20 janvier 1640, in CM IX, pp. 32-38 e Mersenne a Haack, 25 février 1640, in CM IX, pp. 134-138.

575 Descartes a Mersenne (29 gennaio 1640), AT III, p. 7.

576 Descartes a Mersenne (29 gennaio 1640), AT III, p. 8. Daniel Chorez aveva realizzato nel 1624 un

esperimenti sul magnete: «conosco da molto tempo tutte le esperienze del magnete di cui mi avete scritto, e posso facilmente spiegarle tutte nel mio *Monde*; ma ritengo una stravaganza voler spiegare tutta la Fisica attraverso il magnete»⁵⁷⁷. Ancora una volta, come già dieci anni prima, il comportamento del magnete si accorda con le ragioni del Mondo; la conferma dell'esclusione di ogni stravagante straordinarietà della pietra, tuttavia, nel 1640 si aggiunge ad un pensiero preciso: mentre nel 1630 l'accordo delle esperienze sul magnete con i principi è tale da far pensare al filosofo di utilizzarle per confermare questi ultimi, dieci anni dopo non pare più plausibile spiegare tutta la fisica attraverso questa pietra⁵⁷⁸: ritenuta dapprima termine di paragone, diventa ora una pietra tra le tante.

L'11 marzo 1640, commentando le esperienze di Chorez sul magnete, ritiene che la stranezza da questi scovata, «che queste parti separate, in proporzione, sollevino molto più ferro che l'intero»⁵⁷⁹, non costituisca una regola generale, ma sia dovuta al caso, o alla presenza di frammenti di magnete di diversa purezza. Altro, infatti, è studiare le curiosità dei più disparati esperimenti che spesso si riconducono a banalità, come quella del magnete di Chorez, altro è studiare analiticamente le diversità dei comportamenti cercando una ragione a cui ricondurli: la diversa declinazione⁵⁸⁰ di uno stesso magnete

telescopio binoculare, lo testimonia una nota del *Journal* di Beeckman (*Journal*, III, p. 375); ma non ci è dato sapere a cosa si riferisca Descartes. D. Chorez, inoltre, è menzionato in tre lettere di E. Rasch a S. Hartlib della primavera-estate del 1655.

577 Descartes a Mersenne (29 gennaio 1640), AT III, p. 8.

578 Comune e trasversale, infatti, era il tentativo di impiegare il magnetismo per spiegare altri fenomeni ad esso più o meno correlati, eleggendolo a pietra di paragone, a principio primo che fosse la causa di tutti i fenomeni terrestri. Sono accomunati in tutto ciò sia i sostenitori della teoria geocentrica che di quella eliocentrica, i quali intravedevano nel magnetismo una chiave di volta per stabilizzare l'universo. Descartes, viceversa, non impiega il magnetismo per spiegare altri fenomeni, ma lo riduce esso stesso ad un fenomeno con la propria rilevanza: spiegato attraverso la medesima teoria attraverso cui aveva definito le proprietà universali. Non sono più, quindi, le proprietà del magnetismo a definire la fisica, ma anche il magnete è meccanizzato.

In questo, Descartes applica la Regola IX, là dove raccomandava di non dedurre le scienze dagli oggetti più difficili, ma di dedurre le conoscenze delle cose più difficili e complesse da quelle più semplici; «c'è un punto [...] che ciascuno deve convincersi fermamente che le scienze, anche le più recondite, devono essere dedotte non da cose grandi e oscure, ma soltanto da quelle facili e più ovvie» (*Regulæ ad directionem ingenii*, IX, AT X, p. 402).

579 Descartes a Mersenne (Santpoort, 11 marzo 1640), AT III, p. 42.

580 La declinazione è «l'angolo tra la direzione nella quale si dispone l'ago magnetico e il Nord

in luoghi differenti, infatti, mette in luce alcune proprietà magnetiche rilevanti, la lettura dei cui dati sperimentali può condurre alla spiegazione della natura del magnete.

Lo studio del magnete deve inserirsi in un ordine di ragioni ben precise che emerge attraverso la critica delle esperienze altrui: occorre ridurre la complessità di una pietra che produce fenomeni particolari a condizioni semplici, senza voler subito ricostruirne la totalità.

A Mersenne che gli chiede una congettura sulla variazione della declinazione⁵⁸¹, pertanto, Descartes risponde riducendo le diverse ragioni ad unità d'ordine:

non credo che le deviazioni del magnete provengano da altro che dalle disequaglianze della Terra, non credo neppure che la variazione di tali declinazione abbia altra causa che e alterazioni che avvengono nella massa della Terra: sia che il mare guadagni da una parte e perda dall'altra, come a occhio nudo si vede che fa in questo paese; sia che da una parte si generino delle miniere di ferro o che se ne esauriscano dall'altra, o sia che sia stata solamente trasportata una quantità di ferro, di mattone o di argilla da una parte all'altra della città di Londra [...]. Quando al Cielo, non è credibile che vi siano accaduti, in così pochi anni, cambiamenti sufficienti a causare questa variazione⁵⁸².

geografico, che deriva dal fatto che l'ago della bussola non punto al Nord geografico, ma a quello magnetico, spostato verso occidente di alcuni gradi. La declinazione magnetica varia da luogo a luogo e in uno stesso luogo varia col tempo» (A. Clericuzio, *La macchina del mondo. Teorie e pratiche scientifiche dal Rinascimento a Newton*, Roma, Carocci, 2008², p. 200).

581 Già nella corrispondenza del 1630 vi sono degli scambi sulla declinazione: Descartes aveva inviato al Minino «un ago strofinato con un magnete che pesa due libbre e che, quando è armato, ne solleva fino a venti; ma non armato, non ne solleva più di una. Declina di cinque gradi, a quel che mi hanno detto». Tuttavia, non ne è sicuro, perché «colui che la possiede non è molto intelligente» (Descartes a Mersenne (Amsterdam, 2 dicembre 1630), AT I, p. 191). In una bella accusa contro il collezionismo in voga all'epoca: l'accumulo di oggetti curiosi, benché evochi l'interesse per le qualità particolari, non costruisce una scienza senza l'uso dell'intelligenza. Il “sentito dire” non conta, valgono le esperienze nell'ordine della ragione.

582 Descartes a Mersenne (Santpoort, 1 aprile 1640), AT III, p. 46. Mersenne gli aveva inviato anche i ragionamenti di un matematico, giudicati utili da Descartes, «perché in futuro si arrivi a scoprirne la causa» (ibid.), senza dirgli chi fosse. Con ogni probabilità si tratta dell'inglese J. Pell, che aveva scritto a Mersenne tre lettere, il 21 novembre 1639 (CM VIII, pp. 631-632), il 24 gennaio 1640 (CM IX, pp. 57-64) e il 29 marzo 1640 (CM IX, pp. 228-230).

La corrispondenza continua tra spiegazioni scientifiche e riduzioni favolistiche. «Quanto al magnete visto in Inghilterra che attrae le spade fuori dal fodero da dieci piedi di distanza, credo che sia un po' una favola»⁵⁸³; o, ancora, «quanto allo strumento del *Maître des Mines* nel quale ci sono magneti per tutti i metalli, non posso crederci finché voi non l'avrete visto. Ho ben sentito dire che usano certe verghe per riconoscere i luoghi in cui vi sono miniere sotto terra; ma credo che in ciò vi sia più superstizione e inganno che verità»⁵⁸⁴. Favole o superstizioni, certe esperienze non sono interessanti e rischiano di fuorviare chi cerca di costruire la catena di ragionamenti della spiegazione. La stessa corrispondenza, d'altro canto, presenta dei motivi più scientifici, «quanto al magnete – scrive ancora a Mersenne nel settembre –, non può essere che la sola materia sottile a conferirgli le sue qualità e io non posso ben spiegarle l'una senza l'altra, né tutte in una lettera»⁵⁸⁵.

Il magnete, infatti, pone un problema di attrazione che nega la struttura fisica cartesiana, in cui lo spazio vuoto è una contraddizione e le cose si costituiscono dall'urto delle particelle nello spazio pieno. Confermando la propria teoria, «sono davvero convinto che tra i corpi fisici non ce ne siano affatto che non si sfreghino gli uni con gli altri [... né] bisogna dire che una minima forza possa muovere un poco quel che resiste massimamente; e anche nessun corpo muove se non è mosso», il 21 gennaio scrive a Mersenne che «l'istanza di questi sul magnete non è stringente»⁵⁸⁶ in proposito, poiché «non è esso immediatamente ad attirare il ferro, ma lo fa per l'interposizione di qualche materia sottile che lo muove per lui»⁵⁸⁷. In uno spazio pieno e privo di forze occulte, l'attrazione magnetica creava scalpore, rischiando di mettere sotto scacco ogni costruzione fisica. Descartes ne fornisce una spiegazione che si accorda con i principi metodologici della sua scienza: la pietra riesce a muovere una particolare materia sottile che tocca in modo particolare il ferro producendo l'attrazione. Non c'è alcuna

583 Descartes a Mersenne (Leida, 6 agosto 1640), AT III, p. 146.

584 Descartes a Mersenne (Leida, 30 agosto 1640), AT III, p. 163.

585 Descartes a Mersenne (Leida, 15 settembre 1640), AT III, p. 177.

586 Descartes a Mersenne (Leida, 21 gennaio 1641), AT III, p. 285.

587 Ibid.

animazione, né un movimento diverso da quello nello spazio.

In un manoscritto sul magnete che Mersenne gli invia attraverso Huygens, giudicato da quest'ultimo «pieno di errori grossolani [...] che in alcuni punti lo rendono ancora più oscuro della pessima carta [...] non mi sembra – scrive Huygens, – che ciò che chiama dimostrazione sia sempre tale»⁵⁸⁸, Descartes trova solo un'esperienza per cui sia valsa la pena di leggerlo. Se può dire di non essersi pentito d'averlo letto, come scriverà a Huygens qualche giorno dopo, non è certo per gli argomenti che non hanno valore, ma per quel «solo esperimento [...] nuovo»⁵⁸⁹, secondo cui, ponendo il magnete perpendicolarmente rispetto l'orizzonte, un punto si volge verso il Polo e comunque lo si sposti non declina mai dal Polo. Esperimento prezioso, se vero, perché indirizza l'ipotesi verso una definizione precisa. Descartes vorrebbe ripeterlo per «decifrare la verità», se sapesse dove trovare dei magneti sferici: mai visti, neanche «tra le mani del defunto Signor Reael, il che mi fa credere che in questo paese non ve ne siano»⁵⁹⁰. Vi è ancora l'esigenza di esperienze, ancora esperti da convocare al suo studio per costruire esperimenti precisi: il magnetismo è un ambito così delicato che fidarsi delle proprie «speculazioni»⁵⁹¹ può essere pericoloso, così come affidarsi alle speculazioni degli altri – gli esperimenti altrui devono essere rifatti e inseriti nell'ordine delle ragioni –, e non è certo fuori luogo quel ricordo che Huygens gli scrive sul riconoscimento dell'abilità sperimentale di Bacon:

è stata questa una delle cause per le quali mi avete detto un giorno di rimpiangere la morte del Barone Verulamio, che vedevate tanto accurato e liberale nei singoli esperimenti.⁵⁹²

588 Huygens a Descartes (L'Aia, 25 gennaio 1642), AT III, p. 778. Il nederlandese asserisce d'aver appena letto le *Meditationes* di Descartes, al cui confronto, qualsiasi ragionamento pare rozzo e superficiale, insoddisfacente e banale.

589 Descartes a Huygens (31 gennaio 1642), AT III, p. 781

590 Ibid.

591 Ibid., Descartes conclude il paragrafo asserendo che «je ne fais pas tant d'état de mes spéculations, que d'en vouloir faire tourner tout exprès».

592 Huygens a Descartes (L'Aia, 25 gennaio 1642), AT III, pp. 778-779. La lettera di Huygens sembra mettere in correlazione l'esperienza baconiana e lo studio del magnetismo; non è plausibile, tuttavia, fare questo collegamento nel pensiero cartesiano: non c'è nulla che attesti un'attenzione di Descartes

Nel gennaio del 1643, testimoniando a Huygens di leggere le invettive che Voetius gli lancia, afferma di voler redigere una risposta al teologo che spera non ritardi la stampa dei *Principia*, «sono infatti prossimo al luogo in cui devo trattare del magnete», scrive, chiedendo al corrispondente se «il grosso libro che avete sull'argomento, e del quale non conosco il titolo [...], possa servir[gli]»⁵⁹³. Si tratta del *Magnes sive de arte magnetica* del gesuita Athanasius Kircher, come sappiamo dalla lettera di Huygens⁵⁹⁴ e da alcuni appunti cartesiani contenuti nelle pagine di laboratorio degli *Excerpta ex Ms. Cartesii*⁵⁹⁵. In questi, Descartes individua alcuni errori di Kircher e qualche conferma alle proprie considerazioni; più in generale, però, nella lettera del 14 gennaio, scrive a Huygens di essere sempre più convinto che la declinazione del magnete dipenda dal volgersi «dell'ago [...] verso il lato in cui c'è più materia capace di attrarlo», tanto che i cambiamenti osservati a Londra dipendano dallo spostamento di questa materia, ed è piuttosto «una questione di fatto», verso cui «la filosofia non ha grandi diritti»⁵⁹⁶. Descartes è ormai sicuro della propria conoscenza del magnete: critica le strutture

agli studi sul magnete di F. Bacon. Non sappiamo, neanche, a che epoca risalga il ricordo del nederlandese.

593 Descartes a Huygens (Endegeest, 5 gennaio 1643), AT III, p. 801.

594 Cfr. Huygens a Descartes (L'Aia, 7 gennaio 1643), AT III, p. 802; «Voici d'ailleurs l'Aimant de Kircherus, où vous trouverez plus de grimace que de bonne étoffe, qui est l'ordinaire des Jésuites». Si veda anche *The correspondence of Rene Descartes, 1643*, ed. by Th. Verbeek, E.-J. Bos, J. Van de Ven, cit., pp. 16-20. È interessante che in questa seconda corrispondenza sul magnete, dei primi anni '40, in cui assistiamo anche al commercio di libri diversi, Mersenne non recuperi quello di Cabeo, che invece sarebbe molto attuale. Soprattutto alla luce del fatto che nella Corrispondenza l'opera del gesuita sia ancora tema di discussione; per esempio, in una lettera di Deschamps a Mersenne della fine del luglio 1640, «les expériences et demonstrations de G. Gilbert et de Cabaeus, en leurs traittés de l'aymant et des corps magnetiques, où ils demostrent que tout le globe de la Terre est ayumantin, confirme l'opinion de Leucippe ...» (Th. Deschamps à Mersenne, 31 juillet 1640, in *CM IX*, pp. 538-539).

Su N. Cabeo si veda J. L. Heilbron, *Electricity in the 17th and 18th Centuries. A study of early modern physics*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1979, pp. 180-183: p. 183, «Cabeo's work on electricity deserves admiration [...]. Much of the creative work on electricity during the seventeenth century did center on the testing of his theory».

595 Cfr. *Excerpta ex P. Kircher De Magnete*, AT XI, pp. 635-639. Su A. Kircher e sul suo circolo, si veda J. L. Heilbron, *Electricity in the 17th and 18th Centuries. A study of early modern physics*, cit., p. 183-192.

596 Descartes a Huygens (Endegeest, 14 gennaio 1643), AT III, p. 804.

diverse, annulla le fantasie e le curiosità, e riduce l'ordine naturale alla meccanica dei corpi. Il 30 maggio del 1643, commentando la scoperta del Padre Grandamy «di fabbricare un ago che non declina», Descartes prima riduce quella stranezza ad una semplice particolarità, «declinerà molto meno»; poi richiede ulteriori dettagli «per vedere se si accorderà con le mie spiegazioni o [...] congetture, secondo cui la forza del magnete, che è presente in tutta la massa della terra, si comunica in parte seguendo la sua superficie dai poli verso l'equatore e in parte anche seguendo le linee che vanno dal centro verso la circonferenza»⁵⁹⁷. Accusa quindi il gesuita di aver costruito «soltanto una falsa opinione [...], l'ha immaginata senza averne fatto la prova»⁵⁹⁸. Dispone di una teoria a cui le esperienze si accordano.

Nel maggio 1643, infatti, aveva scritto a Huygens una lunga spiegazione sul magnete. La riporto nella sua interezza,

spiego tutte le proprietà del magnete attraverso una certa materia molto sottile e impercettibile che, uscendo continuamente dalla terra e non solamente dal polo, ma anche da tutti gli altri luoghi dell'emisfero Boreale, si dirige di là verso quello Australe per tutti i luoghi del quale essa entra di nuovo nella terra, e di un'altra materia simile che esce dalla terra attraverso l'emisfero Australe e ci rientra da quello Boreale, per il fatto che le parti di queste due materie sono delle figure tali che i pori dell'aria, dell'acqua e di molti altri corpi non li ricevono facilmente, e che i pori della terra e del magnete per le quali possono passare quelle che vengono da un emisfero non possono trasportare

597 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 30 maggio 1643), AT III, p. 673.

598 Descartes a Huygens (Egmond aan den Hoef, 26 giugno 1643), AT III, p. 824. Jacques Grandamy, rettore del collegio dei gesuiti di Rouen, aveva compiuto diverse osservazioni sul comportamento di magneti sferici nel 1641, cercando una giustificazione per l'immobilità della terra. L'esperimento dell'ago che non declina è descritto in un trattato pubblicato nel 1645 (cfr. J. Grandamy, *Nova demonstratio immobilitatis Terræ petita ex virtute magnetica*, La Flèche, Griveau, 1645, p. 45); nel commento alle lettere del 1643, Th. Verbeek sostiene che il manoscritto di Grandamy sia quello che Descartes commenta con Huygens nel gennaio del 1642, tuttavia in esso non doveva essere ancora presente la scoperta dell'ago che declina, perché è molto esplicito il ringraziamento di Descartes a Mersenne per avergliela comunicata in quest'altra occasione.

quelle che vengono dall'altro; come io penso di dimostrare nella mia Fisica dove spiego l'origine di queste materie sottili e le figure delle loro parti che sono lunghe e attorcigliate a forma di vite, le Boreali in senso contrario delle Australi. Ora, quel che causa la declinazione degli aghi quando sono paralleli all'orizzonte è che la materia sottile che li fa muovere, provenendo da luoghi della terra assai lontani su una superficie diseguale, questa diseguaglianza fa sì che essa non provenga dal polo sempre così abbondante come dai luoghi che sono un po' declinanti rispetto ad esso. Questa causa cessa in parte quando gli aghi sono perpendicolari sull'orizzonte, poiché allora sono raddrizzati principalmente dalla materia sottile che esce dai luoghi della in cui sono. Ma poiché l'altra materia sottile che proviene dal polo opposto aiuta a raddrizzarli, credo che essi debbano declinare meno degli altri, ma non che non declinino affatto, e sarei ben disposto di vedere attraverso l'esperienza se abbia ben congetturato in tutto ciò.

Quanto alla ragione che fa sì che questi aghi perpendicolari si girino sempre verso lo stesso lato, la spiego più o meno come il Padre Mersenne, poiché credo che ciò dipenda dal fatto che il ferro ha una qualche latitudine e che la materia sottile che passa dentro non salga tutta dritta dal basso in alto, ma prenda un suo corso declinando, in questo emisfero dal polo Boreale verso l'Australe. Come se l'ago ACBD, la materia sottile che esce della terra forma dei pori in quest'ago che pendono da B verso A; e l'acciaio è di tale natura che i suoi pori possono anche essere disposti per il contatto con una pietra di magnete, dato che c'è sempre una grande abbondanza di questa materia sottile attorno al magnete, e l'acciaio, avendo ricevuto questa disposizione dai suoi pori, la mantiene anche in seguito. Temo di annoiarvi.⁵⁹⁹

Nella lettera le proprietà del magnete sono caratterizzate da una materia molto sottile

599 Descartes a Huygens (Egmond aan den Hoef, 24 maggio 1643), AT III, pp. 816-818.

scanalata in un modo particolare, così che né i pori dell'aria, né quelli dell'acqua, né di altri corpi siano adatti ad accoglierla. Il movimento di questa materia sottile fa muovere gli aghi di conseguenza; si elimina, pertanto, il paradigma neoplatonico e rinascimentale secondo cui il magnete fosse l'esempio di forze occulte che agiscono in natura, che era un'opposizione all'atomismo, a ogni tentativo di modellizzazione e a ogni spiegazione per contatto⁶⁰⁰. A questo si devono aggiungere due cose, la prima è che, come già spiegato in lettere precedenti, la terra non ha una superficie così regolare da non giustificare qualche cambiamento di comportamenti. Inoltre, vi sono due materie sottili scanalate, le une riguardano l'emisfero Boreale, le altre quello Australe, simili tranne per il fatto che sono girate in modo opposto, queste indicano la specificità della struttura terrestre, la cui rilevanza è notevole. Il movimento compiuto dalla pietra e l'attrazione del ferro dipendono, quindi, dal passaggio di questa materia sottile, la cui particolare figura si riconduce alla fisica dell'estensione, vera causa di quegli effetti magnetici che tanto stupivano.

Non si tratta di una semplice spiegazione di casi particolari. Lo studio del magnete rientra nella spiegazione della Terra e si compie attraverso l'esame delle qualità della materia (estensione e movimento). Le esperienze di questi anni, rivolte dal metodo all'analisi delle parti ricondotte ad idee chiare e distinte, hanno permesso di trovare una spiegazione coerente del magnete nell'ordine della ragione.

6.B. La spiegazione dei *Principia*: il magnete nell'ordine della filosofia

La spiegazione completa del magnete è presente nei *Principia*. Data l'importanza

600 W. Gilbert, per esempio, notando che gli effetti del magnetismo non possono essere computati fisicamente (non varia né il peso, né la forma, né la velocità), concludeva accomunando le proprietà magnetiche a quelle dell'anima umana; cfr. W. Gilbert, *De Magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure; Physiologia nova, plurimis & argumentis, & experimentis demonstrata*, Londini, 1600, Lib. II, cap. 4, «*De magnetica vi & forma, quæ fit, deque coitionis causa*», pp. 65-71: p. 67, «*sed ignis in lapide destruit magneticas viers, non quia partes aliquas precipuas attractrices conuellit, sed quia totius formam, materiæ demolitione deformat rapida illa vis flammea: ut in humano corpore, animæ primariæ facultates non uruntur, sed ustulatum corpus manet fine facultatibus*».

della pietra⁶⁰¹, inoltre, vi sono dedicati parecchi articoli, dal 133 al 186 della quarta parte. Sono cinquantatré articoli divisi in due tronconi diversi: i primi undici ne offrono una spiegazione nell'ordine sintetico dei *Principia*, i restanti quarantadue ricostruiscono un modello terrestre sull'enumerazione delle proprietà magnetiche, spiegando ogni singola curiosità si presenti. Consapevole della sfida naturalistica che questo oggetto rappresenta, Descartes ne riconduce ogni particolarità all'ordine e all'unità del metodo.

Come aveva scritto ad Huygens nel 1643, la forza magnetica è data dal passaggio di particelle molto particolari, caratterizzata dalla presenza di scanalature. Nel sistema pieno della fisica cartesiana, la spiegazione del magnete avviene sullo studio della sua struttura materiale e sul movimento di piccole parti peculiari. La spiegazione è complessa e coinvolge la cosmologia: queste particelle, infatti, si formano nelle stelle. Dal movimento delle piccole parti del primo elemento si generano particelle di diverso genere e di diversa velocità, in particolare si sviluppano «alcuni frammenti meno divisi degli altri, che si agitano con una velocità minore»⁶⁰². Questi frammenti «si ritrovano soprattutto in quella materia del primo elemento che si muove in linea retta dai poli verso la parte mediana»⁶⁰³. Sono frammenti più piccoli, che compiono movimenti meno svariati di altri e seguono una linea retta. Inoltre, Descartes aggiunge che essi hanno una forma scanalata in quanto «passano spesso attraverso quegli stretti spazi triangolari che si ritrovano nel mezzo di tre piccoli globi del secondo elemento»⁶⁰⁴. Non si tratta di una sostanza a sé, ma è un composto della materia che ha subito un esercizio meccanico specifico. Queste piccole particelle sono «colonne sottili, scavate da tre scanalature ritorte come quelle delle chiocciole»⁶⁰⁵ mediante cui possono attraversare gli spazi

601 Per un esempio degli studi dedicati, si veda D. Gooding, *'Magnetic curves' and the magnetic field: experimentation and representation in the history of a theory*, in *The uses of experiment. Studies in the natural sciences*, ed. by D. Gooding, T. Pinch, S. Schaffer, Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, Cambridge University Press, 1989, pp. 183-225.

602 *Principia philosophiæ*, III, art. LXXXVIII, “*Eas ejus minutias quæ minimum habent celeritatis, facile id ipsum quod habent aliis transferre, ac sibi mutuo adhærere*”, AT VIII-1, p. 144.

603 *Ibid.*, art. LXXXIX, “*Tales minutias sibi mutuo adhærentes, præcipue inveniri in ea materia primi elementi, quæ a polis ad centra vorticum fertur*”, AT VIII-1, p. 144.

604 *Ibid.*, art. XC, “*Qualis sit figura istarum minutiarum, quæ particulae striatae deinceps vocabuntur*”, AT VIII-1, p. 144.

605 *Ibid.*, p. 145.

stretti lasciati dalle piccole parti del secondo elemento, l'aria. Questo movimento si compie all'interno del più ampio vortice in cui tutte le parti si muovono, e queste particelle sono «più o meno ritorte a seconda che passino attraverso le parti più lontane o più vicine all'asse del vortice»⁶⁰⁶, cioè a seconda che il movimento delle particelle del secondo elemento sia più veloce o più lento⁶⁰⁷. La scanalatura, inoltre, è diversa a seconda che le particelle provengano dalla parte meridionale o da quella settentrionale, perché il verso di questa ritorsione dipende dal percorso che compiono: muovendosi entrambe in direzione della parte mediana del cielo, infatti, compiono due tragitti contrapposti che le taglia in modo contrario. È in questo sistema, quindi, che si costruiscono le particelle scanalate che producono gli effetti del fenomeno magnetico. Nel Sole la presenza di queste particelle scanalate dà luogo alle macchie solari, ovvero ad «ammassi molto grandi che, contigui alla superficie più interna del cielo, si uniscono alla stella da cui sono emersi»⁶⁰⁸. La spiegazione delle caratteristiche di queste particelle si dà nello studio delle macchie solari, in cui vi sono spazi disposti in modo per cui esse possono attraversarli senza tornare indietro, impedendo alla luce il passaggio⁶⁰⁹. Essendo molto molli, le macchie assorbono il movimento delle particelle e questa è una delle cause per cui il vortice di particelle della stella possa venire distrutto: le macchie possono spingere verso gli altri vortici le particelle della stella. Descartes lo scrive con chiarezza:

non c'è pericolo che un vortice sia distrutto dagli altri fintanto che la stella che ha nel suo centro non è avvolta da nessuna macchia; ma, quando viene ricoperta e seppellita da quelle, il fatto che questo vortice venga da essi assorbito più rapidamente o più lentamente

606 *Ibid.*

607 Descartes spiega nell'articolo 88 perché le parti più lontane si muovano più velocemente. Cfr. *Principia philosophiæ*, III, art. LXXXVIII, “*Cur remotissimi celerius moveantur quam aliquanto minus remoti*”, AT VIII-1, p. 137-138.

608 *Ibid.*, III, art. XCIV, “*Quomodo ex iis maculæ in Solis vel stellarum superficie generentur*”, AT VIII-1, p. 147. Si vedano anche gli articoli successivi in cui Descartes spiega altre condizioni inerenti alle macchie solari.

609 Cfr. art. CX, “*Quod lumen stellæ per maculam vix possit transire*”, AT VIII-1, pp. 157-158.

dipende soltanto dalla posizione che esso occupa tra gli altri.⁶¹⁰

Nel momento in cui le stelle si distruggono, secondo Descartes possono mutarsi in una cometa o in un pianeta⁶¹¹. La generazione della Terra è spiegata a partire dall'ipotesi che la sua materia provenga dalla materia del primo elemento che occupava i vortici del cielo e dalla materia del terzo elemento creatasi sull'unione e sulla fissità delle particelle scanalate e dalle altre piccole. Questa unità ha creato «macchie opache sulla superficie della Terra, simili a quelle che vediamo generarsi e dissolversi ininterrottamente intorno al Sole»⁶¹², componendo l'aria, l'etere e le parti più dure della Terra.

La nascita delle parti scanalate si realizza nelle stelle, dal movimento di parti del primo elemento in determinate condizioni. Il loro accumulo talvolta si separa dal vortice della stella da cui si è originato e costituisce dei pianeti. In quest'ordine, dunque, le particelle scanalate sono diffuse su tutto il globo terrestre⁶¹³. Alcune si sono saldate formando l'elemento terrestre, altre continuano a muoversi libere, provocando gli effetti magnetici.

Dopo questa ricostruzione della generazione delle particelle, che spiega la loro struttura peculiare e le loro caratteristiche, Descartes si occupa di spiegare i fenomeni magnetici all'interno di questo sistema. Nell'articolo 133 della IV parte riporta la struttura e il movimento che queste compiono:

le medesime particelle possono entrare attraverso una sola parte di questi meati, ma non tornare indietro attraverso quella contraria – , e la spiegazione del movimento unidirezionale – dopo che queste particelle scanalate sono passate da un emisfero all'altro [...] esse ritornano indietro attraverso l'etere che circonda la Terra verso quel

610 *Ibid.*, CXVI, “*Quomodo destrui possit, antequam multae maculae circa ejus stellam sint congregatae*”, AT VIII-1, p. 164.

611 Cfr. *Ibid.*, CXIX, “*Quomodo Stella fixa mutetur in cometam vel in Planetam*”, AT VIII-1, pp. 168.

612 *Ibid.*, IV, art. II, “*Quae sit generatio Terrae, secundum istam hypothesim*”, AT VIII-1, pp. 203-204.

613 Addirittura l'edizione francese riporta un'aggiunta significativa: «dato che persino tutta la massa della Terra è un magnete, e non potremmo andare in alcun luogo in cui non si osservi la sua virtù» (*Principes de la philosophie*, IV, art. 133, AT IX-2, p. 271).

medesimo emisfero attraverso il quale prima sono entrate nella Terra, e così [...] compongono una sorta di vortice⁶¹⁴.

Dato che la Terra si è costituita a partire da una grande abbondanza di queste particelle, da cui poi si sono costituiti il terzo elemento e tutti i diversi materiali terrestri, vi sono oggetti che accolgono le particelle scanalate meglio di altri. Il ferro è uno di questi. Descartes, quindi, spiega la ragione dell'attrazione magnetica, prima con un esempio negativo, «nell'aria e nell'acqua non c'è alcun meato idoneo a ricevere le particelle scanalate»⁶¹⁵, perché per la loro fluidità le particelle dell'acqua e dell'aria cambiano ininterrottamente posizione; poi mostrando perché non tutta la Terra sia un magnete: nell'articolo 135 indica che «la crosta più interna della terra è costituita in parte di particelle ramificate connesse [...] in parte di altre che si muovono in ogni direzione attraverso gli intervalli di quelle ramificate», e nella parte più esterna, formatasi fra l'acqua e l'aria non si sono creati spazi adatti alle particelle scanalate; tuttavia, nell'ascensione dei metalli verso la parte più esterna, alcuni di essi «composti dalle parti più mobili e solide fra le particelle della prima»⁶¹⁶ contengono alcune di queste particelle. L'articolo 136 spiega «perché dei meati siffatti si trovino nel ferro»⁶¹⁷, le sue particelle, infatti, non sono più solide delle particelle degli altri metalli, ma sono più grosse e vi sono molti meati: l'esercizio meccanico di pressatura o quello di fusione ne dimostra le caratteristiche e indica che vi sia la presenza di quegli spazi adatti al passaggio delle particelle scanalate. È la struttura interna del ferro, analizzata meccanicamente, a ridurne lo studio delle qualità ad estensione e movimento: «i suoi pezzetti sono più ramificati o angolosi di quelli degli altri, e [...] sono connessi più saldamente»⁶¹⁸.

614 *Principia philosophiæ*, IV, art. CXXXIII, “*De magnete. Repetitio eorum ex ante dictis, quæ ad ejus explicationem requiruntur*”, AT VIII-1, p. 276.

615 *Ibid.*, art. CXXXIV, “*Nullos in aëre nec in aqua esse meatus recipiendis particulis striatis idoneos*”, AT VIII-1, p. 276.

616 *Ibid.*, art. CXXXV, “*Nullos etiam esse in ullis corporibus terræ exterioris præterquam in ferro*” AT VIII-1, p. 277.

617 *Ibid.*, art. 136, AT VIII-1, p. 277.

618 *Ibid.*, pp. 277-278.

Secondo Descartes il magnetismo non è un effetto magico, né una forza che agisce nella natura in modo incomprensibile, ma il prodotto del movimento delle particelle scanalate, costituite sull'esercizio meccanico dei tre elementi. Le particelle si muovono sulla superficie terrestre e interagiscono con il ferro passando negli spazi scanalati atti ad accogliere quelle particelle. La loro figura peculiare si adatta alla disposizione degli spazi del ferro⁶¹⁹, provocandone un cambiamento: il ferro viene armato; inoltre il movimento rettilineo di quelle particelle, che dai poli si dirigono verso la parte mediana della Terra, produce la declinazione degli aghi di ferro. Quella che nella lettera era una qualità singola, «una latitudine» entro cui le particelle si muovono «declinando»⁶²⁰, nell'opera si mostra come in un insieme complesso che la spiegazione chiarisce e rende intelligibile. È evidente il lavoro di analisi metodica: Descartes ha ridotto le diverse caratteristiche del magnete a proprietà unitarie, indagando la struttura interna di queste pietre e inducendo concetti chiari dalla loro varietà.

Di conseguenza, il magnete è un metallo con le caratteristiche del ferro, ma che è rimasto molto fisso: in esso non si sono mescolate altri materiali; la sua purezza proviene dalla fissità delle scanalature, che sono rimaste in gran numero e non hanno subito i movimenti o le pressioni degli altri elementi. Mentre nel ferro, infatti, «le particelle di cui è composto hanno cambiato posizione parecchie volte [...], quelle del magnete hanno sempre [...] mantenuto la stessa posizione»⁶²¹.

Nell'articolo seguente, numero 140, Descartes spiega che cosa avvenga durante la fusione del ferro, quando il minerale si trasforma in acciaio: esercizio compiuto in laboratorio, probabilmente, che egli riconduce alla struttura delle piccole parti. Sotto l'azione del fuoco, si formano «meati completi»⁶²². Le particelle scanalate del fuoco, infatti, si uniscono a quelle presenti nel metallo e l'attraversano impedendo che gli spazi

619 Cfr. *Ibid.*, art. CXXXVIII, «*Quomodo isti meatus apti reddantur, ad particulas striatas ab utraque parte venientes, admittendas*», AT VIII-1, pp. 278-279.

620 Descartes a Huygens (Egmond aan den Hoef, 24 maggio 1643), AT III, p. 817.

621 *Principes de philosophie*, IV, art. CXXXIX, AT IX-2, p. 275. Questa parte non c'è nell'edizione latina.

622 *Principia philosophiæ*, IV, art. CXL, «*Quomodo fusione fiat chalybs et quodvis ferrum*», AT VIII-1, p. 280.

si riempiano in altro modo, ma fanno in modo che restino scanalate. Anche le qualità dell'acciaio⁶²³ sono sempre ricondotte all'ordine della struttura studiata attraverso esercizi meccanici. La differenza tra il ferro e l'acciaio⁶²⁴, così, è da ritrovarsi nella disposizione delle particelle disciolte in gocce dal fuoco. La spiegazione di come si temprino l'acciaio dell'articolo 143 serve per mostrarne le proprietà: i metalli sono la medesima materia costruita meccanicamente, lo studio della generazione, che in questo caso avviene attraverso l'azione del fuoco, ne mostra le qualità. Lo studio del magnete si compie per enumerazione delle proprietà e differenziazione rispetto a quelle del ferro e dell'acciaio.

La differenza tra il ferro, l'acciaio e il magnete consiste principalmente nel fatto che i meati adeguati a ricevere le piccole parti scanalate nel magnete «rivolgono in una sola direzione le proprie imboccature»⁶²⁵, mentre nei due minerali ferrosi la loro posizione varia, «soprattutto perché viene turbata dall'agitazione del fuoco»⁶²⁶.

Il magnete è una pietra come tante altre, che non mette sotto scacco l'unità della fisica cartesiana. È costituito dalla commistione dei tre elementi e la sua definizione avviene attraverso la riduzione meccanica delle proprietà all'estensione e al movimento: sono le particelle scanalate formatesi meccanicamente sullo sfregamento di altri corpi a comporre il magnete e a diversificarlo anche da quei metalli che gli sono più simili. L'unitarietà della fisica, in cui tutti gli elementi sono formati di materia inerte variamente mossi e costituiti, garantisce anche la teoria del pieno. La forza magnetica non si trasmette nel vuoto, ma è il movimento che le particelle compiono tra i corpi. La Terra stessa è una sorta di grande magnete, poiché vi sono infinite particelle che si muovono in essa come avviene per un magnete di dimensioni normali; in questo modo

623 *Ibid.*, art. CXLI, «*Cur chalybs sit valde durus, rigidus, et fragilis*», AT VIII-1, p. 281.

624 *Ibid.*, art. CXLII, «*Quæ sit differentia inter chalibem, et aliud ferrum*», AT VIII-1, p. 281.

625 *Ibid.*, art. CXLIV, «*Quæ sit differnetia inter meatus magnetis, chalybis, et ferri*», AT VIII-1, p. 283.

626 *Ibid.*, l'articolo prosegue così, «E durante quel brevissimo intervallo di tempo in cui l'agitazione del fuoco viene arrestata dal freddo può rivolgersi verso Sud o verso Nord solo un certo numero di questi meati [...]. E poiché queste particelle scanalate non corrispondono per quantità a tutti i meati del ferro, ogni tipo di ferro riceve, bensì, una forza magnetica dalla posizione che aveva rispetto alle parti della terra quando per l'ultima volta si è raffreddato dopo essere stato arroventato, o anche da quella in cui è restato a lungo immobile, se è restato immobile a lungo in una stessa posizione; ma in ragione del gran numero di meati che contiene in sé, ne può avere una ancora più grande».

anche i Poli della Terra fungono da poli magnetici e così si spiegano i movimenti e le declinazioni dei corpi terrestri. Infine, la cosmologia non presenta una fisica diversa, dato che l'elemento che costituisce il magnetismo è quel primo elemento presente nelle Stelle e che forma i pianeti. La fisica celeste funziona come quella terrestre; i cambiamenti dei cieli si possono riordinare attraverso l'estensione e il movimento delle particelle e tali cambiamenti sono sistematizzati e connessi a quelli terrestri. Il magnete non è un oggetto mitico, ma è pienamente inserito nello studio della natura.

Le curiosità che avevano riempito le pagine della corrispondenza sono ridotte ad un ordine sistematico. I lavori in laboratorio ne mostrano le proprietà che la ragione spiega, inserendole nell'ordine sintetico dell'opera. È tutto chiaro, a questo punto. Tuttavia Descartes aggiunge un'altra serie di articoli, dal 145 al 186, in cui elenca le proprietà della forza magnetica e le spiega ad una ad una.

Di primo acchito l'enumerazione dell'articolo 145 (trentaquattro proprietà elencate) sembra una ripetizione delle caratteristiche descritte negli articoli precedenti. Sul ruolo di questo elenco e sugli articoli successivi fanno chiarezza le righe che precedono l'elenco. Quanto ha esposto finora, infatti, «consegue dai principi della natura» in modo necessario. La catena deduttiva ne contiene le singole ragioni, che i principi mostrano come veri.

Tuttavia, aggiunge Descartes, se attraverso quei principi «si dà ragione di tutte queste proprietà in modo consono e perspicuo», anche «qualora non sapessimo che seguono dai principi», cioè se li ignorassimo, saremmo persuasi che la spiegazione esprime la verità e li conosceremo in modo evidente. Il secondo elenco non segue più la catena dei *Principia*, ma è la prova che le spiegazioni singole non sono lo studio di fenomeni curiosi, ma sono inserite in catene di ragioni: rispondendo a quesiti singoli mostra che anche nella varietà delle cose si può ritrovare un ordine della ragione; «le proprietà di solito notate da chi le ammira possono essere ricondotte a questi punti»⁶²⁷, e poi spiegate.

La conoscenza scientifica non dipende dalla dipendenza di assoluti, ma è contenuta

627 *Principia philosophiæ*, IV, art. CXLV, “*Enumeratio proprietatum virtutis magneticæ*”, AT VIII-1, p. 284.

nell'ordine imposto dal corretto operare della ragione e dalla chiarezza e distinzione delle idee, ovvero attraverso i precetti del metodo: evidenza, analisi, sintesi, enumerazione. Benché i *Principia* siano una reinterpretazione della manualistica scolastica alla luce dell'operatività dell'intelletto, fondati sui principi metafisici dell'*ego cogito*, Descartes qui abbandona la linearità deduttiva che aveva seguito, per riacquistare una modellistica.

La spiegazione, così, interrompe la catena deduttiva e percorre una strada parallela, in cui i principi primi sono impliciti, e la conoscenza della cosmologia e della Terra è solo ricostruita attraverso un modello. Si spiegano le stesse cose in un ordine diverso: la verità, infatti, non è contenuta nei vincoli dialettici, né nella retorica dei ragionamenti. Descartes, quindi, (a.) supera nella sostanza la dimostrazione scolastica reimpiegandone la forma; (b.) dimostra che la conoscenza non dipende dal possesso delle cose, ma dall'esercizio della ragione; (c.) costruisce la conoscenza vera attraverso lo studio di un modello.

Armato del metodo, Descartes ricostruisce dalle proprietà analizzate un modello della Terra in cui sia possa ordinare la spiegazione delle singole caratteristiche del magnete. L'elenco è molto interessante. Si può dividere in tre punti: il primo, dalla prima proprietà all'ottava, riguarda il magnete in quanto tale: i suoi due poli, il rapporto di somiglianza con la terra e la sua struttura, i magneti sferici e cosa accada nel caso in cui venga tagliato; il secondo, concernente le caratteristiche del ferro armato e di un ago toccato dal magnete, in cui si include la declinazione, dal nono punto al ventunesimo. Infine, il terzo punto: l'attrazione magnetica e le esperienze che si possono compiere in questo ambito, con l'esperimento più importante della limatura di ferro. L'enumerazione contiene sia le caratteristiche che saltano immediatamente agli occhi, che le prime esperienze compiute, fino alle operazioni scientifiche più complicate. Sono ambiti di indagine a cui si dà una spiegazione. Sono questioni sollevate dalla curiosità scientifica dell'epoca e che troviamo presenti anche nella corrispondenza, a cui egli fornisce una spiegazione nell'ordine della ragione. Se in quanto tali sono semplici curiosità, potremmo dire, non l'esposizione della scienza del magnete, esse esplicitano un

interesse che deve trasformarsi sotto l'attenzione e l'ordine intellettuale. Se l'enumerazione contiene un ordine, esso non è un ordine della scoperta, ma un modo per fornire la completezza alla ricerca. La scienza, infatti, è costruita non dall'elenco delle caratteristiche curiose, ma dalla spiegazione che si danno di esse; inoltre, la scienza cartesiana non è la risoluzione di problematiche singolari, ma l'ordinamento delle proprietà in un ordine concettuale unitario. Così la conoscenza non varia a seconda dell'oggetto, ma è unitaria e costruisce una scienza completa.

Di seguito all'elenco, Descartes negli articoli 146 e 149 costruisce un modello che permetta una visione unitaria del fenomeno, facilitata anche dall'immagine che riproduce e che riporto di seguito.

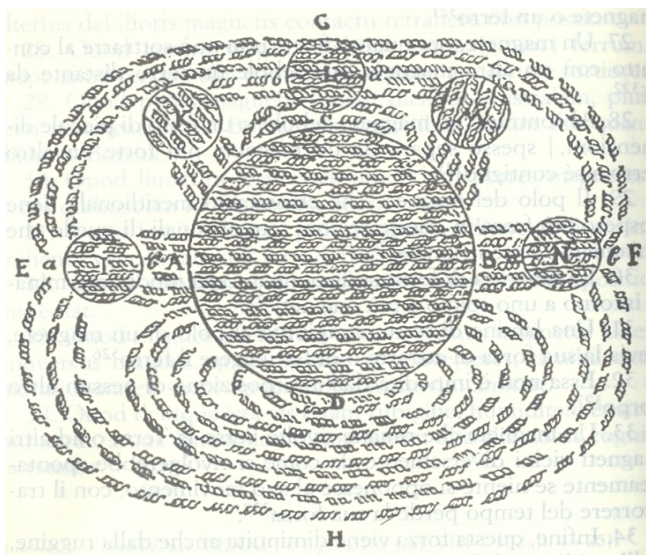


Illustrazione 3: Le particelle scanalate che attraversano la terra. *Principia philosophiæ*, IV, art. CXLVI, AT VIII-1, p. 288.

Nell'articolo 146 spiega in che modo le particelle scanalate scorrano attraverso la terra: «per intendere le cause di queste proprietà» occorre mettersi «davanti agli occhi»⁶²⁸ il modello. Si parte da un dato di fatto: il passaggio delle particelle, e da un'osservazione: entro quali strutture possono passare. Nell'articolo 148, l'analisi si

628 *Principia philosophiæ*, IV, art. CXLVI, “*Quomodo particulae striatae per Terræ meatus fluant*”, AT VIII-1, p. 287.

sposta sulle parti del magnete: le «particelle scanalate», infatti, «trovano in esso dei meati conformati alla loro figura e disposti nello stesso modo dei meati della parte interna della terra»⁶²⁹.

Da queste condizioni provengono le spiegazioni degli articoli seguenti. Essi contengono le caratteristiche enumerate nell'elenco che, attraverso queste condizioni scientifiche sperimentate e conosciute metodicamente, vengono ridotte all'unità concettuale. Tutto si spiega a partire dall'idea che il magnete contenga meati scanalati adatti a ricevere le particelle. Di conseguenza, il comportamento dei magneti, la loro sfera di attività, come agiscono tra di loro, che cosa succede se vengono tagliati, perché due punti prima contigui dopo il taglio si oppongono, perché la forza sia la stessa nel magnete intero e nelle sue parti, come si comunichi la forza attraverso il ferro, perché il magnete non perda la forza che comunica al ferro (tema, questo, che metteva sotto scacco la fisica cartesiana dell'urto), e via dicendo, sono tutti quesiti a cui Descartes risponde attraverso le particelle scanalate. Il magnete è così ridotto alle leggi naturali della materia.

Anche in quei casi limite della filosofia cartesiana, come il fatto che il magnete non perda la sua forza sebbene la comunichi al ferro, viene fornita una spiegazione attraverso le particelle scanalate. Descartes, infatti, ritiene che «nel magnete non si ha alcun mutamento per il fatto che le particelle scanalate che ne escono entrino nel ferro», anzi, dato che entrano nel ferro con maggiore libertà, «la sua forza, lungi dal diminuire [...] si accresce»⁶³⁰.

Gli articoli continuano con diverse curiosità, sul rapporto tra magnete e Terra, di cui riporta un esperimento di William Gilbert⁶³¹ che contrappone ad altre osservazioni. Ma

629 *Ibid.*, art. CXLVIII, “*Quod facilius transeant per magnetem, quam per alia corpora hujus terrae exterioris*”, AT VIII-1, p. 289.

630 *Ibid.*, art. CLXI, “*Cur magnes nihil amittat de sua vi, quamvis eam ferro communicet*”, AT VIII-1, p. 297.

631 Cfr. *Ibid.*, art. CLXVI, “*Cur vis magnetica in Terra debilio sit, quam in parvis magnetibus*”, AT VIII-1, p. 300, «un magnete estratto dalla terra e collocato libero in una navicella sull'acqua deve ancora rivolgersi verso Settentrione la faccia con cui in precedenza, mentre era unito alla terra, ha sempre guardato, come afferma di aver sperimentato Gilbert, principale indagatore della forza magnetica e primo scopritore di quella che si trova nella Terra».

quello di Gilbert si accorda con la teoria cartesiana, mentre gli altri sono solo accumuli di osservazioni scollegate tra di loro, distaccate dalla verità e quindi inutili.

Altro tema interessante, emerso nella corrispondenza, riguarda la declinazione del magnete: alcune pietre non sono dirette verso i poli della Terra, ma declinano. La causa, come già aveva scritto l'inglese, deve «essere riportata alle irregolarità che si trovano sulla superficie della Terra»⁶³², dato che sulla sua superficie si trovano pezzi di ferro, magneti e altri oggetti che influiscono sul movimento della pietra. Le esperienze lo confermano. Le variazioni dipendono dalle irregolarità della superficie terrestre, non da presunte irregolarità della forza magnetica. Se quelle diversità ne hanno reso complicato lo studio, Descartes lo riconduce all'unità: la fisica del magnete non cambia, anche se variano certi comportamenti nel tempo. È il tempo, appunto, a stabilirne le cause: «gli uomini portano del ferro da alcune parti della Terra ad altre, ma anche perché i minerali del ferro [...] possono [...] generarsi o essere spinti più in basso»⁶³³.

La fisica resta unitaria, anche in quei casi di attrazione che sono i più difficili da spiegare. L'attrazione, secondo Descartes, è dovuta alla struttura simile tra magnete e ferro; il passaggio di particelle scanalate «espellono l'aria intermedia, per cui accade che tutti e due si avvicinino l'uno l'altro»⁶³⁴. La spiegazione continua occupandosi di casi in cui si esercitino degli studi meccanici sul magnete, per vedere come varia il suo comportamento; tutte queste condizioni, tuttavia, sono raccolte e ricondotte per induzione all'idea chiara e distinta mediante cui si spiegano. Non si presentano casi che mettano fuori gioco l'ordine della fisica cartesiana, perché tutte le varietà non sono altro che variazioni della stessa condizione iniziale: il passaggio delle particelle scanalate.

Tra gli ultimi articoli ve ne sono di interessanti, sul perché un magnete perda le sue forze, colpa ancora una volta del passaggio delle particelle che, «urtando i suoi meati di traverso, a poco a poco ne mutano e ne corrompono le figure»⁶³⁵; o della ruggine,

632 *Ibid.*, art. CLXVIII, “*Cur poli magneticæ virtutis non semper accurate versus Terræ polos dirigantur, sed ab iis varie declinent*”, AT VIII-1, p. 300.

633 *Ibid.*, art. CLXIX, “*Cur etiam interdum ista declinatio cum tempore mutetur*”, AT VIII-1, p. 301.

634 *Ibid.*, art. CLXXI, “*Cur magns trahat ferrum*”, AT VIII-1, p. 302.

635 *Ibid.*, art. CLXXXII, “*Cur magnetis positio non conveniens ejus vires paulatim imminuat*”, AT VIII-1, p. 310.

umidità, sporcizia «che chiudono le imboccature dei meati», o del fuoco, «che scompiglia completamente la collocazione dei pezzetti»⁶³⁶.

La conclusione di Descartes è netta e conferma la funzionalità del metodo nel ridurre le varietà in una struttura meccanica della materia: estensione, movimento e figura sono le caratteristiche con cui si rendono intelligibili le varietà della natura. Quanto si è osservato del magnete, dunque, rientra nell'ordine generale del metodo che si applica alle conoscenze particolari. La ragione che spiega il magnete, infatti, può spiegare le altre attrazioni (articoli 184, 185 e 186). In tal modo «gli altri innumerevoli e meravigliosi effetti» trovano una spiegazione: la meraviglia, la singolarità, la rarità sono ridotte allo studio metodico che parte

da principi noti e da tutti ammessi, cioè la figura, la grandezza, la posizione e il movimento delle particelle della materia, si persuaderà facilmente che non c'è alcuna forza tanto occulta nelle pietre o nelle piante, alcun miracolo tanto stupefacente di simpatia o di antipatia, alcuna cosa, infine, in tutta quanta la natura che debba essere riportata a cause solamente corporee, ovvero prive di mente e di pensiero, la cui ragione non possa essere dedotta da quei medesimi principi, tanto che non è necessario aggiungerne ad essi alcun altro.⁶³⁷

L'unità della fisica cartesiana, almeno rispetto allo studio dei minerali e delle pietre, è confermata. È il metodo a garantirne la conoscenza, a stabilire l'ordine e l'operatività intellettuale mediante cui tutte le particolarità sono studiate.

Le esperienze non aggiungono ragioni, ma sottopongono i principi della ragione a casi particolari, a condizioni curiose, permettono di ipotizzare strade specifiche, aggiungendosi con metodo alla ragione. Nello studio dei metalli, compiuto negli anni e di cui Descartes espone i risultati nella IV parte dei *Principia*, si ritrova l'applicazione di

636 *Ibid.*, art. CLXXXIII, “*Cur rubigo, humiditas et situs, eas etiam imminuat, et vehemens ignis plane tollat*”, AT VIII-1, p. 310.

637 *Ibid.*, art. CLXXXVII, “*Ex dictis intelligi, quænam causæ esse possint reliquorum omnium mirabilium effectum, qui ad occultas qualitates referri solent*”, AT VIII-1, pp. 314-315.

esperimenti e la costruzione di ipotesi e di modelli. Il dialogo della corrispondenza è contratto in una spiegazione semplice e lineare che nell'opera segue passo passo la consequenzialità deduttiva, mentre nella corrispondenza dà per scontati alcuni fondamenti teorici e spiega gli effetti senza ricostruirne sempre l'ordine delle cause.

Supportato dall'esperienza e condotto dal metodo, lo studio dei minerali può dirsi completamente ridotto ai principi meccanici – estensione e movimento – che ne spiegano la varietà attraverso l'analisi delle strutture materiali. La conoscenza della verità trova nella filosofia naturale un campo di indagine su cui esercitarsi. Il metodo, infatti, riordina la varietà della natura, riducendo la curiosità, la rarità, le meraviglie, gli effetti magici e incomprensibili all'evidenza intellettuale, all'idea chiara e distinta, ovvero alla scienza. La spiegazione, infine, ci restituisce una conoscenza certa ed evidente, mediante cui la complessità dei minerali e delle pietre è modulata dalla pratica sperimentale e dalla costruzione di modelli in un percorso variegato, ma unito dall'evidenza intellettuale. La natura è sistematizzata e legalizzata meccanicamente sotto l'ordine del metodo. Si tratta di una scienza concatenata, dunque, in cui le particolarità appartengono al medesimo ordine della ragione. Esempio mirabile di una *Mathesis* che diventa davvero *universalis*.

B. Le piante

Nella scienza cartesiana gli studi sulle piante appaiono sicuramente meno ampi e ricchi di quelli consacrati ai minerali, agli animali e all'uomo: costituiscono una parte minore dell'enciclopedia naturale cartesiana, incompiuta, ma non meno interessante. Se infatti in Descartes è assente la pratica dell'erborizzazione⁶³⁸ assieme a quello studio che riconduceva l'interesse per le piante nell'ambito della farmacopea medica, tuttavia non viene meno l'attenzione metodica allo studio della natura vegetale. Il metodo poteva ricondurla a scienza, rendendo plausibile la riduzione scientifica delle varietà naturali alla semplicità e unità intellettuale della conoscenza vera. Del resto, vasti sono gli interessi cartesiani in questo regno naturale, di cui godeva la ricchezza nel giardino di casa e che poteva vedere ricapitolato negli orti botanici delle città olandesi.

§ 1. *Lo studio dei vegetali. Cataloghi, esperienze e scienza*

Nel 1639, infatti, testimonia a Mersenne che «una parte delle [sue] ricerche riguarda le piante»⁶³⁹: il metodo, dunque, entra anche in quest'ambito. Sono studi progettati ed eseguiti in parte, ma a cui manca un compimento.

Questi studi si presentano soprattutto nella corrispondenza con Mersenne, in cui Descartes è interrogato dal Minimo rispetto alla natura di alcune piante curiose e in cui si mostra compartecipe della cultura naturalista della propria epoca, interessato ai semi, alle piante, al commercio delle varietà e alle raccolte di queste in cataloghi. Tuttavia, negli *Anatomica*, diario di laboratorio degli esperimenti compiuti, vi è indicato il cimento metodico che si esercita anche in quest'ambito. Sono note, queste, che si possono datare dagli anni della stesura delle *Météores*, 1635, fino al 1639 circa. Il progetto della *Mathesis*, di una scienza riordinata e commisurata all'evidenza della

638 Cfr. G. Cristofolini, *L'iconografia aldrovandiana e il progresso della botanica nel XVI secolo*, in *Natura Picta. Ulisse Aldrovandi*, a cura di A. Alessandrini, A. Ceregato, Bologna, Compositori, 2007, pp. 39-41; A. Soldano, *Il primo botanico italiano*, in *Natura Picta. Ulisse Aldrovandi*, a cura di A. Alessandrini, A. Ceregato, Bologna, Compositori, 2007, pp. 49-52.

639 Descartes a Mersenne (16 ottobre 1639), AT II, p. 595.

ragione, infatti, trova spazio negli studi botanici per quell'unità fisiologica che le piante indicano.

La richiesta di semi e di piante si iscrive nell'esigenza metodica di esperienze: Descartes vuole compiere le proprie ricerche costruendo da sé le esperienze necessarie e il modo migliore, in questo ambito, è di coltivare delle piante personalmente, in un giardino che è luogo di studio e di esperienza metodica. Lo scrive a Chanut nel 1646, «mentre lascio crescere le piante del mio giardino, dalle quali aspetto qualche esperienza che mi faccia continuare la mia fisica, mi fermo talvolta a pensare ai problemi particolari della morale»⁶⁴⁰. La richiesta dei semi, inoltre, si completa delle notizie relative alle piante, poiché le esperienze degli altri possono, in una certa misura, essere utili nel condurre le proprie esperienze.

Descartes richiede anche i cataloghi di Orti Botanici e di Giardini famosi: essi rappresentano l'ordine imposto alla varietà della natura. Sono oggetti che raccolgono le diversità naturali spesso rare ed esotiche, che lo studio metodico vuole ridurre all'ordine della ragione.

1.A. I Cataloghi naturali e la scienza cartesiana

Teatri della natura e, insieme, luoghi di ostensione e osservazione scientifica, il Seicento vede un'ampia diffusione degli orti botanici e ne consacra la funzione alla didattica, legati come erano a funzione sussidiaria della medicina. A Leida, l'*Hortus Academicus Lugduno-Batavio*, fondato nel 1587, assolveva alla funzione didattica del giardino mostrando dal vero le piante per un loro studio “sensibile” e finalizzato alla farmacopea medica⁶⁴¹, sottratto così alla topica tradizionale del *locus amœnus* di bellezza e di svago, e costruito secondo un impianto estetico e simbolico più che sull'interesse scientifico.

Descartes, “olandese tra gli Olandesi”, in contatto con gli uomini di scienza e di

640 Descartes a Chanut (Egmond-Binnen, 15 giugno 1646), AT IV, p. 442.

641 Cfr. K. Pomian, *Histoire naturelle: de la curiosité à la discipline*, in *Curiosité et cabinets de curiosités*, cit., pp. 20-24. Si veda anche *Hendrik Engel's Alphabetical List of Dutch Zoological Cabinets and Menageries*, ed. by P. Smith, Amsterdam, Rodopi, 1986.

collezionismo dell'età, si mostra aperto ad un dialogo interessante con i naturalisti dell'orto botanico di Leida, non meno che con Mersenne. La corrispondenza, infatti, testimonia di incontri, di relazioni che spesso si concedono alla divulgazione di notizie curiose, allo scambio di testi scientifici, di esemplari naturalistici e di cataloghi botanici.

Nella corrispondenza con Mersenne, infatti, Descartes gli testimonia di un dialogo fitto con i naturalisti dell'orto Botanico. Da un lato sa che a Leida avevano i semi dell'erba sensitiva di cui parla con Mersenne – «avevano di quest'erba nel Giardino di Leida, ma i semi non sono riusciti a maturarvi» –, dall'altro attraverso il contatto con quei naturalisti entra in possesso del Catalogo di Piante⁶⁴² dell'Orto Botanico di Leida – «e se in contraccambio ne vogliono uno di quelle che si trovano nel giardino di Leida, mi hanno offerto di darmelo»⁶⁴³. Si tratta di un catalogo di piante rare che un mese dopo, nel giorno di Natale, Descartes allega alla lettera a Mersenne con una richiesta particolare: «vorrei sapere se si trovano a Parigi e se se ne potrebbero avere; vi chiedo questa cortesia ma a patto che essa non vi crei troppo disturbo»⁶⁴⁴. Tuttavia le comunicazioni sono complicate.

Descartes si era detto interessato riguardo il catalogo del Giardino Reale⁶⁴⁵, ma Mersenne non glielo invia, «mi scrivete che mi rinviare il piccolo catalogo delle piante che vi avevo inviato. Non lo trovo con la vostra lettera e non è a me che interessa come anche quello delle piante del *Giardino Reale*, che vi siete preso il disturbo d'inviarmi, senza che l'abbia ancora ricevuto. Apprendo, tuttavia, che lo hanno a Leida»⁶⁴⁶. Tuttavia, dopo tanta attesa, e senza sfruttare la via nederlandese, il 29 aprile Mersenne gli invia il catalogo tanto atteso⁶⁴⁷. Lo scambio segue un percorso arzigogolato che non è mio compito ricostruire.

642 Potrebbe trattarsi dell'*Hortus publicus* (1601), redatto dal direttore del Giardino, Peter Paw, successore di Charles de L'Écluse, in cui venivano menzionate circa 800 specie di piante.

643 Descartes a Mersenne (13 novembre 1639), AT II, p. 619.

644 Descartes a Mersenne (25 dicembre 1639), AT II, p. 633.

645 Cfr. Descartes a Mersenne (13 novembre 1639), AT II, p. 619.

646 Descartes a Mersenne (1 aprile 1640), AT III, p. 50.

647 È Huygens a testimoniare l'avvenuto recapito: «Le Père Mersenne vous envoie ce jardin, pour se décharger, dit-il, d'une vieille dette» (Cfr. Huygens a Descartes, L'Aia, 29 aprile, 1640, AT III, p. 748).

Descartes, tuttavia, è deluso da questo volume, «vi ringrazio in tutta umiltà per questo libro; mi è, però, poco utile, poiché non contiene che nomi e io non cerco che cose»⁶⁴⁸, poiché la varietà naturale che contiene è un accumulo di nomi, di parole giustapposte tra loro, mentre l'enciclopedia scientifica cartesiana vuole essere un ordine di ragioni. Il catalogo, infatti, raccoglie solo una vastità naturale, senza evidenziare alcun collegamento vero tra le cose che dispone. Il giudizio di Descartes è netto: all'accumulo estetico delle varietà vegetali, infatti, vuole sostituire una conoscenza scientifica della natura delle piante.

La lettura dei cataloghi cerca un ordine nella vastità della natura, ma rischia di essere solo una conoscenza di nomi e parole, piuttosto che spazio di quell'enumerazione che completa la conoscenza certa ed evidente. Ai cataloghi, infatti, Descartes intende sostituire una conoscenza sperimentale dei vegetali, in uno studio che permetta di toccare con mano le cose, invece che fermarsi sulla punta della lingua.

1.B. Lo studio dei vegetali

Egli stesso ha un giardino personale, che forse si può immaginare ricostruito secondo un ordine geometrico⁶⁴⁹, ma di cui non dà mai alcuna descrizione. Esso è luogo di studio scientifico e di osservazione. Le note sparpagliate in cui scrive delle piante, infatti,

648 Descartes a Mersenne (Leida, 11 giugno 1640), AT III, p. 73.

649 Interessante, mi sembra, il collegamento tra l'architettura sempre così apprezzata da Descartes e la "tecnologia del parco", vera applicazione dell'ordine della ragione: all'interno dei giardini, «ogni azione [...] può essere analizzata in termini di figura, di grandezza e di movimento. Trionfante o ripudiata, tale dottrina stimola e impronta di sé la prassi costruttiva. Il giardino è artificio» (H. Vérin, *La tecnologia nel parco: ingegneri e giardinieri nella Francia del Seicento*, in *L'architettura dei giardini d'Occidente dal Rinascimento al Novecento*, a cura di M. Mosser e G. Teyssot, Milano, Electa, 1990, pp. 131-142: p. 131). Infatti, «il disegno geometrico e il repertorio degli strumenti matematici assicurano il dominio dell'idea e l'ordinamento formale della materia, un "imprigionamento delle ragioni" (*arraisonnement*) della natura e dei suoi segreti» (*Ibid.*, p. 133), che già Boyceau (cfr. J. Boyceau de la Baraudière, *Traité du jardinage selon les raisons de la nature et de l'art*, Paris 1638) aveva definito come vera e propria costruzione dello spazio reso possibile dagli strumenti di misurazione. Si veda anche M. Laird, *The Formal Garden*, London, Thames and Hudson Ltd, 1992, trad. it. Id., *I grandi giardini storici. I capolavori del giardino formale dal XV al XX secolo*, Torino, Umberto Allemandi, 1993, pp. 41-89, "I giardini barocchi. Età del parterre e del boschetto".

lasciano trasparire uno studio compiuto direttamente sulle piante, sulla loro struttura, sulla disposizione delle piccole parti, che ricostruisce la loro coltivazione, la loro crescita e la fruttificazione nell'ordine della ragione in un processo meccanico unitario.

Negli *Anatomica*, infatti, si trovano degli appunti sulla coltivazione delle piante. Vi è un interessante brano sulla potatura, in cui Descartes dà prova di mettere a frutto un sapere relativamente tradizionale:

degli alberi trovai sotto terra in Olanda sono stati tutti rivoltati in modo tale che i rami guardino a settentrione. Se si vogliono avere degli alberi d'alto fusto, non si taglino i polloni, perché ne rinascerebbero ancora di più; ma, rovesciati, li si legghi al tronco, così infatti moriranno.

Quando si piantano degli alberi nuovi, si devono recidere rami e radici; le radici in modo tale che le loro fibre poggino il più possibile sulla terra: così, infatti, più saldamente attaccate, mettono nuove radici.⁶⁵⁰

La formazione e la crescita dei vegetali è fondata dalle teorie a cui aveva dedicato alcune parti delle *Météores* del 1637. I vegetali, infatti, vengono studiati come un composto di piccole parti unite tra loro da un sistema di scambio e di interrelazione fisica proprio come ogni altro oggetto della natura. Nelle piante, però, un'azione che ne sposti alcune parti può impedirne la crescita fisica, come se nello spostamento le piccole parti venissero riordinate in modo diverso, costruendo una figura differente dalla precedente e mutando la condizione di crescita. Occorre rovesciare alcuni rami, scrive Descartes, affinché l'albero cresca più alto. Similmente il recidere le radici ne permette uno sviluppo rapido utile a piantare saldamente le nuove piante. Questo avviene, spiega Descartes, perché le parti più interne che la corteccia copre, le fibre, se poggiano sulla terra nuda si uniscono saldamente alle piccole parti di quest'ultima. Il legame, tuttavia, non avviene per motivi oscuri, bensì per il movimento della materia sottile. *Le Méteores*

650 R. Descartes, *Anatomica*, in *Excerpta ex Cartesio, Ms. Leibniz (éd. Foucher de Careil)*, AT XI, p. 626.

l'avevano indicato per i vapori e le esalazioni⁶⁵¹: il movimento di questa materia, infatti, nel sistema tutto pieno della natura, smuove i corpi che le sono vicini e spesso si trova attaccata a questi. In particolare, queste parti che si muovono hanno la forma dell'acqua. Lo spostamento della terra e il contatto con le fibre dei vegetali permette un incontro di parti che possono incastrarsi tra loro (la terra e le fibre) e il movimento di parti sottili che vanno a comporre il nutrimento. Queste esperienze che riporta negli *Anatomica*, pertanto, sono ordinate dalla teoria delle piccole parti della materia che si incastrano tra loro e degli scambi fluidodinamici. Era conoscenza diffusa ed esperienza evidente che l'irrigazione favorisse l'accrescimento delle piante⁶⁵², Descartes la collega all'ordine del metodo e alla fisica descritta nelle *Météores*.

Numerosi sono i brani in cui Descartes annota pensieri sulla crescita delle piante, sul clima e sul ruolo del Sole nella vegetazione e nella fruttificazione, con una disamina sulla formazione dei frutti in linea con i principi della fisica. A proposito dei frutti scrive che, se fatti crescere dal Sole, non sono salati⁶⁵³. Questo avviene poiché la fissità del sale, descritta ancora una volta con precisione nelle *Météores*⁶⁵⁴, non subisce l'azione del Sole: la fissità del sale, il fatto che il Sole non agisca su di esso, come l'evaporazione dell'acqua marina testimonia, e l'impossibilità di passare attraverso le parti della pianta vegetale, sono le proprietà che il metodo analizza anche nello studio dei frutti. Quelle caratteristiche che Descartes aveva sperimentato negli studi del *Saggio*, infatti, sono fondamento anche nello studio dei vegetali.

Inoltre, alcuni frutti sono amari, «specialmente quelli che nascono nelle regioni un po' più calde», annota Descartes ricostruendo una geografia fisica nell'ordine della ragione. Tali frutti hanno conseguenze pericolose sul corpo umano, giacché «purgano molto violentemente e fanno seccare, anzi addirittura infiammano, e recidono le

651 Cfr. *Les Météores*, II, “Des vapeurs et des exhalaisons”, AT VI, pp. 239-248.

652 Sarà Jean-Baptiste Van Helmont a provare che le piante crescono non solo in base alla quantità d'acqua che viene loro fornita, bensì anche per uno scambio di materia con il terreno in cui sono piantate. L'esperimento fu provato chiudendo una pianta in una campana di vetro e pesando la quantità d'acqua che le si forniva di volta in volta, alla fine si vide che il peso della pianta era aumentato di più rispetto al peso totale dell'acqua.

653 Cfr. *Anatomica*, AT XI, p. 622.

654 Cfr. *Les Météores*, III, “Du sel”, AT VI, pp. 249-264; in particolare, p. 256.

estremità delle vene»⁶⁵⁵. Descartes ritiene che punto comune tra l'amarezza dei frutti e l'effetto nocivo che questi hanno sul corpo umano sia la presenza di fumi: come questi ultimi agiscono sul corpo purgandolo o facendolo seccare o infiammare, così essi devono essere presenti nelle piante che producono frutti amari che hanno effetti simili. La presenza di fumi nell'ambiente è conseguenza del calore che agisce sulle esalazioni che provengono dalla terra: si tratta di «esalazioni intermedie» o fumi che escono dagli oli quando li si brucia, o quando il calore del clima agisce su di essi. L'amarezza, pertanto, dipende dalla presenza di queste esalazioni, che spesso non riescono a liberarsi completamente nell'atmosfera⁶⁵⁶: i fumi entrano nella nutrizione della pianta, ovvero nel movimento delle parti da cui si costituiscono i frutti, e agiscono direttamente sulle qualità di questi; «nel fumo – scrive Descartes – [...] ci sono delle parti eccitate fin dall'inizio dal calore» che rende opachi e neri questi frutti. In seguito, aggiunge, queste esalazioni eccitate dal calore «vengono a poco a poco eliminate e insieme compresse nell'albero dalle parti fluide che sono mosse velocemente»⁶⁵⁷. Così il colore scuro e opaco viene eliminato, ma resta il sapore amaro, è il caso delle arance e delle olive che più maturano più sono amare.

Si nota che il meccanismo di fruttificazione segue le leggi meccaniche delle parti naturali. Vi sono movimenti e scambi di parti, così come la presenza dei fumi testimonia nella condizione amara dei frutti, che è comune a tutta la fisica cartesiana. I frutti, infatti, non sono una produzione asettica in cui la pianta crea qualcosa da se stessa, ma sono la conseguenza di movimenti di parti fluide che si dispongono in determinate figure e in cui si inseriscono figure diverse (l'esempio delle esalazioni) dalla cui unione si producono frutti particolari.

Allorquando ripercorre la formazione dei frutti, Descartes segue l'ordine del processo meccanico. I frutti si formano così, scrive:

dal tronco, con un movimento rettilineo, emergono delle particelle che

655 *Anatomica*, AT XI, p. 622.

656 Cfr. *Les Météores*, II, AT VI, p. 248.

657 *Anatomica*, AT XI, p. 622.

in seguito vengono rimandate indietro in cerchio; e si ha un altro movimento circolare incrociato, e dalla mescolanza di questo movimento con quello precedente le particelle vengono rotte sempre più, e così il frutto matura. A poco a poco, però, questo movimento circolare consuma in cerchio la coda [*caudam*] del frutto, fino a quando, maturato il frutto, essa si separa del tutto e il frutto cade.⁶⁵⁸

Il processo meccanico è descritto con maggiore precisione: vi è un movimento rettilineo che fa emergere alcune particelle dal tronco ai rami, e che fonda un movimento circolatorio tra questi due; vi è un secondo movimento circolatorio che si incrocia al primo e che agisce sulle figure delle parti, finché nella maturazione non si consuma il legame che univa il frutto all'albero.

Anche le esperienze botaniche dell'innesto e della sarchiatura sono ricondotte al sistema meccanico messo in rilievo fino ad ora: queste due operazioni migliorano il passaggio delle parti sottili che nutrono le piante e ne smuovono alcune altrimenti distanti dalle radici.

L'innesto [...] e la coltivazione della sola terra fanno sì che i frutti siano più gradevoli: questo, ovviamente, perché le particelle trasportate attraverso i meati di due alberi di diverso genere si adattano maggiormente. Inoltre, se la terra è rivoltata spesso, vengono tirate su le parti più sottili: infatti, se la terra sarà rimasta ferma a lungo nello stesso luogo, le sue parti minime convergeranno a poco a poco nelle medesime parti, cosicché le radici degli alberi diventeranno simili; al contrario, invece, rivoltando spesso le zolle, una entrerà nell'albero in un modo, un'altra in un altro, e lì si mescoleranno meglio; infatti le cose dissimili per mescolarsi devono rompersi in più parti. Ed è per questo che tutti i frutti selvatici diventano aspri.⁶⁵⁹

658 *Ibid.*, p. 628.

659 *Ibid.*

Zappando la terra, infatti, si rompono le zolle di terra e si spezzano in figure più piccole le parti del terreno. Questa rottura facilita il passaggio nelle radici: poiché negli spazi frazionati del terreno entrano la materia sottile e l'aria, che vanno a riempire uno spazio vuoto impossibile nella fisica cartesiana («questi intervalli non possono essere vuoti»⁶⁶⁰), e che tengono distanti le piccole parti del terreno e diminuisce la loro compattezza, rendendo possibile che si colleghino più facilmente alle radici; inoltre, così frazionate, al loro interno si mescolano meglio, migliorando la nutrizione. È già evidente l'idea che siano le parti della terra a far crescere le piante, in un processo di passaggio delle piccole parti che è comune alla fisica e che nella natura vegetale non è solo lo spostamento di una cosa dall'altra, ma compone un'unione. La teoria del processo meccanico del movimento delle parti è presente, ma declinata nella formazione di corpi diversi.

A questo punto, in un passaggio successivo, Descartes spiega come si formano le piante, in un esercizio metodico di riduzione delle varietà fisiche alle piccole parti che si ordinano in figure precise:

tutte le piante fuoriescono dalla terra così: a causa della forza del Sole, del vapore abbondante sale attraverso una parte della terra e, dato che l'aria circostante resiste al suo movimento, in parte secca, in parte le sue fibre, che si elevano in linea retta, si volgono di traverso; dal che segue che la corteccia ha fibre esclusivamente trasversali, mentre, al contrario, le parti più interne le hanno rettilinee. Se poi si presenta nella corteccia qualche meato, il vapore che sale fra questa e il legno attraverso quei meati prende la loro figura soltanto di traverso e assume la forma di foglie. Invece, quello che si diffonde proprio dal

660 *Le Monde*, IV, «*Du vide; et d'où vient que nos sens n'aperçoivent pas certains corps*», AT XI, p. 23. Non esiste il vuoto nella fisica cartesiana, errore dell'infanzia da cui è necessario liberarsi. Si vedano le lettere a Reneri (Amsterdam, 2 giugno 1631), AT I, pp. 205-209, e a Reneri (Amsterdam, 2 luglio 1634), AT I, pp. 300-302. Si veda anche *Principia philosophiæ*, II, art. XVI, p. 49, «l'estensione dello spazio [...] non differisce dall'estensione del corpo»; art. XVII, p. 49, «si dice che una bocca è vuota allorché è piena solo d'aria»; art. XVIII, p. 50, «quando infatti nulla si trova in mezzo a due corpi, è necessario che essi si tocchino; [...] ogni distanza è un modo dell'estensione, e pertanto non può esistere senza nessuna sostanza estesa».

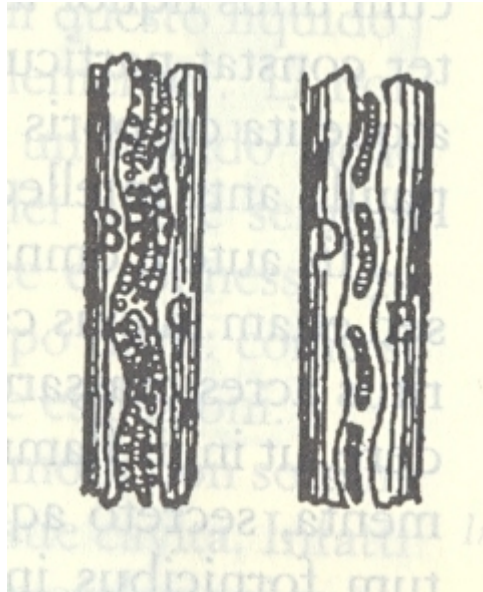
midollo del legno attraverso il legno e la corteccia, poiché esce fra fibre in parte rotonde e in parte traverse, diventa rotondo, e da esso si forma dapprima l'occhio dell'albero, poi il fiore e infine il frutto, come sopra. Nel centro di tutte le piante si produce poi una cavità piena di aria o di midollo: dato che le parti di vapore non vanno verso l'alto totalmente in linea retta, ma obliquamente, da una parte e dall'altra, come è manifesto nelle fibre del legno, quelle fra di esse che sono più solide vanno verso la corteccia, e nel mezzo rimane ciò che è più leggero, come fa il Sole fra i pianeti.⁶⁶¹

La crescita della pianta si iscrive in un ordine scientifico che procede da una causa unitaria agli effetti diversi. Il Sole è la causa della crescita delle piante⁶⁶², il calore dei raggi infatti muove i vapori della terra e dà il via ad un movimento che grazie al principio di inerzia continua finché non viene deviato dall'aria circostante; il contatto con l'aria, inoltre, raccoglie le sue parti e secca le sue fibre facendo crescere la pianta nella disposizione delle piccole parti che il vapore trasporta. Tali vapori si muovono in linea retta, e le piccole parti che trasportano vanno a costituire le parti del vegetale: la crescita, così, è una giustapposizione di parti diverse che dal terreno si costituiscono secondo un ordine diverso e formano il tronco, le foglie e i frutti. La corteccia si forma da quelle fibre che si dispongono in modo trasversale, le parti più interne, invece, sono rettilinee. Negli spazi della corteccia il vapore, acquistando la figura trasversale delle parti della corteccia, forma le foglie; mentre quando proviene dall'interno del legno, ovvero da fibre che hanno una figura in parte rotonda, il vapore trasporta negli spazi della corteccia quelle figure che formano il fiore e poi il frutto. L'interno del tronco è composto da una cavità in cui si trovano fibre e aria che il vapore sposta, a seconda della solidità o leggerezza, verso la corteccia o verso il centro.

661 *Anatomica*, pp. 628-629.

662 In un altro passaggio degli *Anatomica* Descartes scrive che mentre «l'aria corrompe molte cose miste piuttosto che generarle; al contrario il Sole le genera piuttosto che corromperle». Questo dipende dal movimento disordinato o vorticoso dell'aria, in cui «ciò che è alterato non ha la facoltà di conservarsi nello stesso stato», mentre il movimento del Sole «è uniforme [...] e più forte» e la forma che le cose ricevono da esso è più durevole (*Anatomica*, AT XI, p. 632).

Ne restituisce una raffigurazione nei *Principia philosophiæ*, in un articolo in cui spiega che le parti dei corpi si agitano per fermentazione, formando un calore anche senza l'illuminazione del fuoco, in quanto sono mosse e agitate dalle particelle del primo elemento. Nell'immagine Descartes mostra il caso dei corpi vegetali, in cui questo fenomeno avviene. Ne riporto l'immagine di seguito.



*Illustrazione 4: I fluidi nei vegetali.
Principia philosophiæ IV, art. XCII, AT
VIII-1, p. 256.*

L'unità della fisica si rivede in queste pagine: Descartes spiega la formazione delle piante attraverso le caratteristiche dell'estensione, del movimento, della grandezza, della figura e della disposizione delle parti attraverso le leggi della fisica materiale e inanimata⁶⁶³. Inoltre, la concezione dei raggi solari, del movimento che compiono, la concezione dell'assenza del vuoto e dei movimenti circolari che muovono la materia e che resistono e deviano gli altri movimenti sono teorie fisiche presenti nel *Monde* e studiati sia nella *Dioptrique* che nelle *Météores*.

Nell'unità della natura, la formazione delle piante con la diversificazione delle sue parti è affine alla formazione del corpo umano, più che ai corpi minerali, in questi

⁶⁶³ Sul modo in cui Descartes intende la differenziazione fisica dei corpi, si veda G. Rodis-Lewis, *L'individualité selon Descartes*, Paris, Vrin, 1950, pp. 51-66.

ultimi, infatti, la medesima disposizione consiste nel compattamento della materia in figure e disposizioni simili e nell'eliminazione di quelle diverse, mentre nelle piante e nei viventi la stessa materia è organizzata in figure diverse che restano unite: la corteccia, le foglie sono trasversali, mentre le fibre sono verticali o hanno una figura più tonda, come i frutti che costituiscono. Vedremo meglio questi aspetti in quella nota in cui Descartes si occupa di nutrizione.

La formazione delle piante si completa di due esempi distinti: quelle che nascono sott'acqua e quelle che nascono nell'aria. La differenza esterna tra le due piante, cioè che le prime «sono più fungose e aeree delle altre», viene ricondotta alla variazione delle condizioni della causa: il vapore che il calore solleva sott'acqua è quasi tutto aereo, mentre quello sulla terra è più tenue. Il suo movimento, inoltre, è diverso: nell'aria restano le parti più secche, mentre nell'acqua «questa parti aeree vengono trattenute dall'adiacenza dell'acqua e da una certa viscosità propria alla sua natura, e perciò producono una pianta più porosa»⁶⁶⁴. L'unità della natura, pertanto, non è un sistema di unità distinte tra di loro che si riproducono tutte uguali, poiché la costruzione delle parti si diversifica a seconda delle condizioni e di tutti i fattori. La diversità e in un qualche modo la rarità sono ricondotte alla totalità delle condizioni: il movimento vorticoso delle piccole parti delle diverse materie presenti costruisce cose spesso molto diverse tra di loro, ma il cui modello meccanico è unitario. La diversità esteriore e visibile, pertanto, è ricondotta all'unitarietà del meccanismo con cui queste parti si costituiscono. A Descartes non interessa l'esteriorità, bensì ritrovare quei funzionamenti che aveva teorizzato: le diversità sono conseguenza di questi.

Descartes trasforma, quindi, lo studio della botanica dalla collezione e dalle osservazioni sensibili alla ricostruzione meccanica dei processi che le piccole parti dei corpi compiono. Si costruisce una scienza botanica nell'applicazione della meccanica che il *Monde* aveva teorizzato e che era già presente nella lettera a Villebressieu dell'estate 1631⁶⁶⁵, in cui le qualità e le forme erano ridotte ad elementi semplici dal cui movimento, estensione, figura e disposizione. Lo studio della botanica passa dal visibile

664 *Ibid.*, p. 629.

665 Descartes a Villebressieu (Amsterdam, estate 1631), AT I, pp. 216-217.

a quelle parti invisibili che l'intelletto conosce con evidenza.

Un ultimo importante brano degli *Anatomica*, datato novembre 1637 concerne l'accrescimento e la nutrizione. Descartes distingue tra l'accrescimento che «avviene per semplice apposizione delle parti senza alcuna loro mutazione» e «quello dei viventi, ovvero di ciò che si nutre». Il primo riguarda i metalli e altri materiali la cui crescita è una giustapposizione di parti simili. Descartes ritiene che il processo di fossilizzazione, ovvero di «trasformazione del legno [...] in pietra» avviene in tal modo, poiché «le parti della pietra entrano nei pori del legno e assimilano a sé le precedenti o le espellono»⁶⁶⁶. L'accrescimento dei viventi costituisce una «mutazione delle parti».

Vale a dire che le varie parti di varie figure, scontrandosi le une con le altre, si mescolano e, così mescolate, agiscono le une sulle altre fino ad acquisire una qualche figura determinata. Nel frattempo quelle più fluide tra di esse sfuggono via, mentre quelle meno fluide rimangono, e queste gettate le une contro le altre compongono un corpo duro, attraverso il quale scorrono ovunque vari rivoletti pieni di tutte le parti mescolate insieme, e le parti più spesse contenute in quei rivoletti a poco a poco succedono al posto di quelle circostanti, spinte da quelle più sottili, e così avviene la nutrizione; oppure suddividono un solo rivoletto in due o più, e così si ha l'accrescimento. Il corpo che cresce così è senz'altro ricco di innumerevoli rivoletti di tal fatta⁶⁶⁷,

aggiunge Descartes con una nota sulla vecchiaia, quando l'accrescimento cessa per la durezza delle parti che non permettono più a questi canali di far passare il nutrimento; col passare del tempo queste parti dure si schiacciano le une sulle altre e piano piano la nutrizione cessa e il corpo muore.

L'esame della nutrizione «rivela l'industria»⁶⁶⁸ della natura e la validità delle leggi naturali: alla base dell'accrescimento e della nutrizione, infatti, vi sono le medesime

666 *Anatomica, De Accretione et Nutritione*, AT XI, p. 596.

667 *Ibid.*, pp. 596-597.

668 G. Rodis-Lewis, *L'individualité selon Descartes*, cit., p. 61.

leggi. Non si tratta dell'applicazione di finalità tradizionali, bensì di ricondurre il meccanismo alla causa «efficiente»⁶⁶⁹. La crescita delle piante è connessa ad un meccanismo di nutrizione in cui attraverso alcuni canali si trasporta la materia nutritiva, la quale si mescola con le altre parti formando determinate figure, in un continuo scorrimento, rimescolamento e deposito. Le piante crescono non sulla semplice giustapposizione di parti, ma dalla formazione di figure particolari che si distinguono a seconda che compongano le foglie o la corteccia o i frutti. Non è solo l'accostamento della materia, come nel caso dei minerali, ad accrescerne la quantità, bensì il rimescolamento che le piccole parti della materia trasportata compiono con le parti dei vegetali.

La ricostruzione di questo meccanismo nutritivo, che «la natura mostra nella composizione delle piante, riempiendole di una infinità di piccoli condotti impercettibili alla vista, attraverso i quali fa salire lentamente certi liquidi che, pervenuti alla sommità dei loro rami, vi si mescolano, dispongono e disseccano in maniera tale che vi formano foglie, frutti e fiori»⁶⁷⁰, come scrive a Pollot nella primavera del 1638, riunisce quegli studi fisiologici sulla digestione già presenti ne *L'Homme*⁶⁷¹ e quegli studi embriologici di cui le stesse pagine dell'*Anatomica* testimoniano assieme ad altri lavori incompiuti. Lo studio verte sulla perfezione del meccanismo naturale, e si toglie rilevanza alle forme sostanziali, ai principi vitalistici e alle cause finali; in tal senso la formazione e la crescita delle piante e degli animali rientra nel funzionamento meccanico dei corpi: ogni principio vitale, che non può provenire dal Sole, dalla pioggia e dalla terra⁶⁷², è escluso.

669 *Quinte risposte*, in *Meditationes de prima philosophia*, AT VII, pp. 374-375.

670 Descartes a Reneri per Pollot (aprile o maggio 1638), AT II, pp. 40-41.

671 Cfr. *L'Homme*, I, “De la Machine de son Corps”, AT XI, pp. 120-123; in part. III, “*Comment les viandes se digèrent dans son estomac*”, pp. 121-122.

672 Si vedano le *Seconde Risposte* (AT VII, pp. 133-134), in cui Descartes rispondeva alle obiezioni che negavano il principio che negli effetti ci fosse tanta perfezione quanta nelle cause prendendo come esempio la vita degli animali e delle piante; questi sono «prodotti dal Sole, dalla pioggia e dalla terra, in cui non c'è la vita, che è più nobile di qualsiasi grado meramente corporeo, donde accade che all'effetto venga dalla causa una qualche realtà che tuttavia non è nella causa», scrivevano (*Secundæ objectiones*, AT VII, p. 123). Descartes afferma che il Sole, la pioggia e la terra non sono cause «adeguate» della vita dei corpi, ma è «irragionevole» collegare a caso e senza «conoscere causa alcuna che concorra alla generazione di una mosca», ritenendo che siano quelle a generare la vita (AT VII, p. 134).

Descartes distingue tra una nutrizione imperfetta e una perfetta. La prima si caratterizza per il fatto che la materia che costituisce il nutrimento «sopraggiunge da fuori già così mescolata o strettamente ordinata» da prendere forma subito; «così si nutrono – aggiunge – i peli, le unghie, le corna, i funghi, i tuberi [...] le piante che mancano di semi, e forse anche gli animali più imperfetti, quali le ostriche che non generano il simile».

La nutrizione perfetta, invece, si realizza «contemporaneamente alla generazione o alla produzione del seme»⁶⁷³, ovvero quando la materia che compone i canali assimila a sé quella che sopraggiunge e costruisce in questa unione le diverse parti dei corpi: «congiunte in vari modi [...] queste parti] compongono il legno, la corteccia, le radici, le foglie, i fiori, i frutti ecc nelle piante»⁶⁷⁴. Descartes ritiene che queste particelle si assimilino tra di loro nell'unione tra le figure delle piccole parti, che ritiene siano «di tre generi soltanto [...] piccoli prismi, conoidi [...] e] altri corpi concavi in modo esattamente adatto a tenere insieme queste due», e le nuove parti che arrivano si uniscono esattamente a queste, dando luogo «di nuovo a prismi, conoidi e parti concave adatte a tenerle insieme»⁶⁷⁵.

Lo studio è dettagliato e si serve di osservazioni dirette di cui, benché Descartes non scriva di aver utilizzato strumenti, o sezionato rami, o osservato le fibre che compongono le piante, tuttavia emerge che queste esperienze vi siano. E sono esperienze che confermano l'ipotesi di un meccanismo unitario, di una materia concepita «come un vero corpo perfettamente solido»⁶⁷⁶, e che si spiegano attraverso le leggi della natura con cui la *Mathesis* ha riordinato la varietà della natura.

In questa stessa nota sulla nutrizione delle piante, infine, Descartes aggiunge una piccola parte sulla produzione del seme: accade, scrive, «che le parti del seme non ne producano immediatamente di simili a sé, ma alcune altre che in seguito ne producono

673 *Anatomica, De Accretione et Nutritione*, AT XI, p. 597.

674 *Ibid.*, p. 598; «parimenti – continua Descartes – negli animali le carni, le ossa, il cervello, le membrane, il sangue ecc.».

675 *Ibid.*, p. 597.

676 *Le Monde*, VI, “*Description d'un nouveau Monde; et des qualités de la matière dont il est composé*”, AT X, p. 33.

altre, e infine queste ne producono altre completamente simili a quelle del seme». Il seme è diverso dal corpo, che talvolta è sterile e talvolta si propaga «in modo diverso che con il seme»⁶⁷⁷. In queste righe emergono brevi cenni sui problemi della generazione, sulla preformazione e sul sistema della fecondazione.

Il seme delle piante ha un'organizzazione interna rigida, come scrive nella *Description du corps humain*, esso «essendo duro e solido, può avere le sue parti disposte e situate in un certo modo che non può essere cambiato senza che ciò non lo renda inutile»⁶⁷⁸. La generazione si sviluppa a partire dalla struttura geometrica del seme e dal funzionamento meccanico. La sola combinazione delle piccole parti aziona quel meccanismo che farà crescere piante e animali; la generazione spontanea⁶⁷⁹ e quegli effetti rubricati come prodigi e miracoli⁶⁸⁰ sono ridotti alla presenza di queste parti invisibili il cui meccanismo si aziona, in questi casi particolari, al di fuori delle condizioni esterne comuni, ma in presenza di quelle condizioni rette dalle leggi della generazione e dalle leggi della fisica. Tutto l'esercizio del metodo consiste nell'applicare queste leggi della natura⁶⁸¹ a questa parte specifica e confermarne la funzionalità attraverso le esperienze.

La natura è un grande congegno meccanico, in cui il movimento delle particelle produce nuovi corpi attraverso l'unione di figure; il calore del Sole, poi, agisce come una forza che separa e ordina le piccole parti della natura e ne permette il movimento. Descartes ricostruisce questo meccanismo attraverso il cambiamento delle stagioni: «il

677 *Anatomica, De Accretione et Nutritione*, AT XI, p. 598.

678 *Description du corps humain*, IV, *Des parties qui se forment dans la semence*, XXVII, “*Quelle est la nature de la semence*”, AT XI, p. 253.

679 Ne scrive a Regius (Endegeest, metà dicembre 1641), AT III, p. 360. E anche nelle *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, AT XI, p. 506.

680 Mi riferisco alle piogge di sangue, di ferro o di cavallette di cui fornisce una spiegazione nelle *Météores*: vi sono esalazione di diversa natura che tra «le nubi – scrive Descartes – comprimendole, ne compongono talvolta una materia che [...] sembra latte o sangue [...]; o che bruciando diventa tale da poter esser presa per ferro o pietre; o che, infine, corrompendosi, genera alcuni piccoli animali in poco tempo» (*Les Météores*, VII, “Des tempêtes, de la foudre, et de tous les autres feux qui s'allument en l'air”, AT VI, p. 321).

681 Cfr. *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, AT XI, p. 524.

calore della primavera, mentre non ha facilità a rarefare ciò che si è addensato d'inverno, lo faccia con un certo impeto quando è cresciuto fino al punto di prevalere; e ritengo che sia questo impeto a dare origine alle cose che si generano nella stagione invernale»⁶⁸². In particolare questo concerne la vegetazione.

D'altra parte questi sono appunti sparpagliati, in cui emerge chiaramente un ordine metodico in cui la natura non è ricondotta alla curiosità o alla semplice classificazione delle differenze sensibili come criterio e unità di misura – non si cercano parole, ma cose, come aveva ripetuto a Mersenne –, bensì in cui la natura si compone di piccole parti che interagiscono meccanicamente tra di loro. Tuttavia, si tratta di appunti sparpagliati e talvolta incompleti. La precarietà degli studi è sancita dall'assenza di questa parte nei *Principia philosophiæ*⁶⁸³, che invece contengono la spiegazione ordinata di tutti i movimenti terrestri.

1.C. La *Mimosa Pudica*. Tra curiosità, superstizione e ordine del metodo

Tuttavia, vi è una pianta particolare di cui il filosofo del metodo si interessa e si occupa con precauzione e attenzione: la *Mimosa Pudica*. Si tratta dell'erba sensitiva, così chiamata perché risponde a stimoli tattili ritraendosi e chiudendo le foglie su se stesse. Pianta ambigua e di difficile classificazione, *Noli me tangere* secondo la sua denominazione religiosa⁶⁸⁴, essa aveva suscitato la curiosità e l'attenzione degli studiosi⁶⁸⁵ sin da quando era stata trasportata in Europa dalle zone tropicali in cui si

682 *Anatomica*, AT XI, p. 631.

683 Nei *Principia* si parla brevemente della nutrizione degli alberi, come esempio dell'utilità di studiare la natura dei piccoli corpuscoli che sfuggono ai sensi, invece che definire ogni corpo singolo; «un albero cresce ogni giorno – scrive – e non si può intendere che esso divenga più grande di quel che è stato prima, a meno di intendere contemporaneamente che gli si aggiunge un corpo» (*Principia philosophiæ*, IV, CCI, *Dari particulas corporum insensiles*, AT VIII-1, p. 324).

684 Con la famosa locuzione che Gesù avrebbe rivolto a Maria Maddalena nell'incontro successivo alla Resurrezione di fronte al Sepolcro, in un'attribuzione soteriologica indice della condizione incomprensibile alla ragione e, pertanto, meravigliosa di questa pianta.

685 Anche nel *Journal* di Beeckman si trova qualcosa in riferimento all'erba sensitiva, in un appunto di incerta datazione tra il dicembre 1616 e il marzo 1618 (cfr. I. Beeckman, *Journal*, I, p. 124, «fissa igitur aliqua parte, finditur etiam spiritus, at fisso spiritu, retrahitur ad se, non aliter atque aer expansus et dilatatus sese contrahit. Aut si id fuga vacui fieri dicatur [...]. Cogitandum enim est spiritus in cerebro cocti acquirere naturam similem nervis, quæ quoque a materia cerebri

formava e cresceva. Questa pianta introduceva elementi di incertezza nella suddivisione aristotelica fondata sulle differenze tra le anime: in quanto pianta si riteneva che possedesse solo l'anima vegetativa, capace delle funzioni più semplici, ma la risposta agli stimoli faceva ritenere che avesse capacità di rispondere ad impulsi sensibili particolari, qualità propria dell'anima sensitiva attribuita agli animali. Avvertiva, infatti, le sollecitazioni tattili e compiva movimenti di reazione a queste.

È sempre Mersenne ad interrogarlo in proposito, allorquando gli scrive di averne visto delle piante «dal Signor La Brosse»⁶⁸⁶. Come nel caso della pietra di Bologna, anche la mimosa pudica ha un ruolo ambiguo che la fisica cartesiana deve tentare di risolvere, per ridurla da curiosità a fenomeno della natura. Al fine di ridurla da effetto inspiegabile a fenomeno comprensibile che rientra nella catena delle ragioni. La risposta di Descartes, come nell'altro esempio, è netta: «non vi trovo niente di strano se non la rarità [...]; ma non voglio prendere a dire espressamente come essa si faccia, se non l'avrò vista ed esaminata». La spiegazione ripercorre i criteri della metodologia scientifica cartesiana: non si può spiegare qualcosa senza averla osservata personalmente. L'esperienza è importante, ma deve essere guidata dall'ordine della propria ragione. Tuttavia, offre qualche spunto interessante, «infatti, dopo aver descritto il movimento del cuore – aggiunge – in un modo che potrebbe convenire altrettanto bene ad una pianta che ad un animale, se avesse analoghi organi, non ho alcuna difficoltà a concepire come possa farsi il movimento di questa pianta»⁶⁸⁷.

Descartes rifiuta la classificazione aristotelica e riconduce il movimento della natura ad un meccanismo preciso. L'ordine del metodo è all'opera: Descartes nota le affinità tra il movimento della pianta e le sensazioni tattili umane, e cerca di ritrovare nella pianta quelle medesime condizioni corporee che sono presenti nell'uomo. È un passaggio azzardato per la scienza aristotelica, ma possibile in quella cartesiana che non suddivide i corpi in minerali, vegetali e animali, ma che li raggruppa tutti come materia estesa: la funzione sensoriale non dipende dalla figura esterna, né dalle parti visibili, ma

conficiuntur») e ancora tra il gennaio e il febbraio 1625 (cfr. I. Beekman, *Journal*, II, p. 319).

686 Descartes a Mersenne (23 agosto 1638), AT II, p. 329.

687 Descartes a Mersenne (23 agosto 1638), AT II, p. 329.

solamente dalla struttura interna.

Si tratta di un lavoro di enumerazione e di induzione metodica: posto che gli effetti siano simili si deve risalire a condizioni simili, isolando le caratteristiche che producono gli effetti noti, si possono cercare quelle medesime condizioni anche nell'effetto ignoto. La sensazione umana, descritta ne *L'Homme*, non dipende da una particolare anima, ma è un evento corporeo completamente meccanico⁶⁸⁸: vi sono dei filamenti che collegano tutta la superficie del corpo e che vengono mossi nel momento in cui sono toccati⁶⁸⁹ e che a seconda di come vengono mossi producono sensazioni diverse che il cervello cataloga. Dopo aver ridotto le cause di questo effetto alle condizioni corporee, Descartes induce che queste possano essere presenti anche nel fenomeno curioso; e l'induzione indica una via di sperimentazione: occorre sezionare le parti della pianta e vedere se si trovano quei filamenti che negli altri corpi trasportano le sensazioni. Le ipotesi devono essere confermate dall'esperienza.

Descartes ritiene che il movimento di questa pianta si possa spiegare attraverso la funzione motrice che ha attribuito alla circolazione sanguigna⁶⁹⁰, sufficiente per spiegare la sensazione nell'uomo.

Più di un anno dopo, in una lettera del 16 ottobre, Descartes scrive a Mersenne di accettare i semi di erba sensitiva che questi gli vuole inviare, soprattutto per il fatto «che in questo momento una parte delle mie ricerche riguarda le piante»⁶⁹¹. Ancora un mese dopo, continua a ringraziare il minimo per la sua offerta e aggiunge che «avevano di quest'erba nel giardino di Leida, ma i semi non sono riusciti a maturarvi»⁶⁹². Occorre

688 Descartes lo paragona al funzionamento degli organi delle chiese. Cfr. *L'Homme*, IV, “*Des sens intérieurs qui se trouvent en cette machine*”, LV, AT XI, pp. 165-166.

689 Cfr. *L'Homme*, III, “*Des sens extérieurs de cette machine; et comment ils se rapportent aux nôtres*”, XXVII, *De l'attouchement*, AT XI, pp. 142-143. Si veda anche la spiegazione fornita nei *Principia philosophiæ*, IV, CXCI, “*De sensibus externis: ac primo de tactu*”, AT VIII-1, p. 318.

690 Cfr. S. Gaukroger, *Descartes' System of Natural Philosophy*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002, p. 187.

691 Descartes a Mersenne (16 ottobre 1639), AT II, p. 595.

692 Descartes a Mersenne (13 novembre 1639), AT II, p. 619. Si veda la lettera a Van Zurck del 26 novembre 1639, in cui gli scrive di essere certo di ricevere i semi: «riceveremo qualche seme dell'erba sensitiva se sarà possibile, dato che il Padre Mersenne mi ha scritto di nuovo, che anche se ne avrà solo due semi, uno sarà per noi» (Descartes a Van Zurck, Santpoort, 26 novembre 1639, AT II, p. 713). E la lettera del 25 dicembre a Mersenne, in cui lo ringrazia ancora: «5. vi ringrazio dei

notare, però, che questi ringraziamenti non rispondono all'invio effettivo dei semi, ma solo alla proposta di farlo: è un importante aspetto per comprendere la difficoltà di reperire semi di piante esotiche e le difficoltà comunicative dell'epoca, quando ogni seme esotico era prezioso e ogni studio scientifico richiedeva risorse particolari per ottenere tutto il materiale necessario. Nel marzo 1640, Descartes ringrazia il corrispondente «del seme di erba sensitiva [...] appena ricevuto»; e aggiunge che ne avrà particolare cura: «avremo qui cura di coltivarla nella migliore maniera possibile»⁶⁹³. Il primo aprile ringrazia ancora per il seme ricevuto. La frase è confusa:

Vi ringrazio per la seconda volta per il seme di erba sensitiva che ho trovato in questa lettera, dopo avere ricevuto otto giorni prima in un'altra.⁶⁹⁴

La corrispondenza non è chiarissima (Descartes ringrazia una seconda volta per lo stesso seme o per un secondo seme ricevuto?), ma è importante notare che ne abbia ricevuti più d'uno, come egli stesso testimonia – egli scrive a Mersenne che «i semi della sensitiva non sono ancora spuntati in nessun luogo, nonostante ne abbia dati a molti che li hanno seminati con grande cura»⁶⁹⁵ –, che li abbia piantati e che ne aspetti il risultato per compiere quell'esperimento necessario.

I tentativi della coltivazione falliscono, «i semi di erba sensitiva che ci avete inviato

semi che mi offrite e vi spedisco un Catalogo di piante» (Descartes a Mersenne, 25 dicembre 1639, AT II, p. 633).

693 Descartes a Mersenne (Santpoort, 11 marzo 1640), AT III, p. 40. Ritengo che il noi vada riferito a quel plurale usato nella lettera a Van Zurck del 26 novembre, analizzata nella nota sopra: sappiamo che il nederlandese era in contatto con Descartes, tra le altre cose, per il giardino che intendeva costruire nella propria residenza; con ogni probabilità Descartes aveva intenzione di coinvolgere l'amico nella coltivazione di questa pianta (o, almeno, le sue risorse in fatto di giardinieri). In una lettera del primo aprile, Descartes ringrazia «per la seconda volta» (Descartes a Mersenne, Santpoort, 1 aprile 1640, AT III, p. 47) per il seme di erba sensitiva ricevuto in precedenza: interessante, ancora una volta, la premura con cui il filosofo ringrazia l'amico.

694 Descartes a Mersenne (Santpoort, 1 aprile 1640), AT III, p. 47

695 Descartes a Mersenne (Leida, 11 giugno 1640), AT III, p. 78. Si noti che in originale, la dicitura francese è «semées curieusement».

non sono germogliati»⁶⁹⁶, scrive dispiaciuto a Mersenne nel settembre. Questo fallimento si deve alle differenze climatiche tra le Indie e le Province Unite: sono ecosistemi diversi in cui si sviluppano certe piante e non altre. Le differenze climatiche sono ordinate dalle leggi naturali, le *Météores* ne ricostruiscono il sistema sia in relazione all'esercizio del calore nelle condizioni diverse, sia in relazione alle caratteristiche dei venti⁶⁹⁷. L'esoticità della pianta, così, è ridotta ad una geografia fisica che riordina le differenze ecologiche in base alla variazione delle condizioni. Le Indie non sono più intese come un luogo di curiosità e rarità, di meraviglie, ma sono uno spazio di azione della ragione.

Tuttavia almeno una pianta è germogliata, sono giunti dei semi «dalle Indie che sono germogliati in breve tempo nel giardino di un uomo in cui l'ho vista»⁶⁹⁸, ma di cui non riporta più spiegazione.

D'altra parte anche negli *Anatomica*, in cui erano presenti le annotazioni di altri studi, non si dice nulla sull'erba sensitiva.

Le piante offrono a Descartes un spazio di esercizio ideale per un metodo che intende riordinare tutto l'oggetto in una concatenazione che sviluppi tutte le parti a partire da un'unità, così come tutta la pianta si sviluppa a partire dal seme. L'ordine degli effetti è contenuto nell'unità della causa, tanto che, come scrive lo stesso Descartes, «se si conoscesse bene quali sono tutte le parti del seme di una specie animale in particolare, per esempio *dell'uomo*, si potrebbe dedurre solo da ciò, per delle ragioni interamente matematiche e certe, tutta la figura e la conformazione di ognuna delle sue membra»⁶⁹⁹.

696 Descartes a Mersenne (Leida, 15 settembre 1640), AT III, p. 176.

697 Si veda *Les Météores*, IV, AT VI, pp. 274-278.

698 Descartes a Mersenne (Leida, 15 settembre 1640), AT III, p. 176.

699 R. Descartes, *La description du corps humain et de toutes ses fonctions. Tant de celles qui ne dépendent point de l'Ame, que de celles qui en dépendent. Et aussi la principale cause de la formation de ses membres*, V, art. 66, «*Que de la connaissance des parties de la semence on pourrait déduire la figure et la conformation de toutes les membres*», AT XI, p. 277. Nell'articolo Descartes si richiama sempre ai principi della propria fisica: l'estensione – «les petits filets dont les parties solides sont composées», il movimento – «se détournent, se plient, et s'entrelacent [...] suivant les divers cours des matières fluides et subtiles qui les environnent», la figura – «et suivant la figure des lieux où ils se rencontrent» (*Ibid.*, pp. 276-277).

§ 2. Giardini. Filosofia, estetica e metaforica

2.A. *Mon jardin*. Tra studio e riposo

La vita campestre e isolata di Descartes gli permette di avere un giardino personale in cui compiere alcune esperienze. Oltre a quelle appena studiate, ai tentativi di piantarvi la *Mimosa Pudica* e alle esperienze di botanica, che ne fanno un laboratorio scientifico, vi sono poche altre esperienze che emergono dalla corrispondenza. In due lettere a Mersenne, affrontando il problema dell'eco, Descartes afferma di aver compiuto qualche esperimento in giardino. Un'eco che «rendeva sempre lo stesso suono [...], nonostante che i suoni che si facevano fossero assai differenti; sicché pensavo dapprincipio che dove udivo [tale eco] ci fosse un uccello nascosto tra le erbe. Subito dopo mi sono accorto che era una eco che si formava in quelle erbe [...]. Si produceva in un angolo di giardino, dove una quantità di bietole ed altre erbe era cresciuta ad altezza d'uomo e oltre. Una volta tagliata la maggior parte di quelle erbe, l'eco è cessata quasi del tutto»⁷⁰⁰. Sono osservazioni che ha compiuto «proprio nel mio giardino»⁷⁰¹, come scriverà a Mersenne qualche mese dopo. Egli stesso compie alcune esperienze sfruttando la natura del giardino come un luogo in cui spiegare alcuni fenomeni comuni. L'operatività della ragione è sempre il fondamento delle esperienze: non è stato ingannato, nessun «Jean des Vignes»⁷⁰² l'ha circuito, scrive ironicamente intendendo che non si tratta di un fenomeno meraviglioso e inesplicabile, ma che si ripete diverse volte (una prima volta nell'agosto con le bietole, una seconda in ottobre con la cicoria). Il metodo è all'opera per spiegare anche questo fenomeno: raccoglie i tratti comuni delle due esperienze e ne trova la causa comune, là dove non è la tipologia di pianta a contare, ma la sua struttura: le bietole erano cresciute a dismisura, e vicino all'aiuola di cicoria selvatica nella quale l'eco risponde vi erano delle erbe alte; queste ultime che la rimandavano, però, «sono state tagliate», e tolta la causa viene meno l'effetto. La causa dell'eco, quindi, è semplice da spiegare: «la ragione di quest'eco mi sembra così chiara

700 Descartes a Mersenne (23 agosto 1638), AT II, p. 330.

701 Descartes a Mersenne (11 ottobre 1638), AT II, p. 397.

702 Ibid., p. 396.

che non dubito affatto che essa si possa ritrovare in molti altri luoghi, come, per esempio, nei campi di grano alto e pronto ad essere tagliato»⁷⁰³.

Tra i diversi cataloghi che Descartes richiede⁷⁰⁴, probabilmente per fare dei confronti naturalistici tra i giardini francesi e quelli nederlandesi, o per cercare alcune piante particolari per compiere alcuni studi, o per trovare nel giardino un luogo d'ordine, ricostruito attraverso un'artificiosità che restituisce la geometria naturale⁷⁰⁵, emergono anche libri di estetica botanica, utile per il giardino che Anthony Studler van Zurck⁷⁰⁶

703 Ibid., p. 397.

704 C. de Waard ritiene che nella richiesta a Mersenne del catalogo parigino, Descartes avesse in mente la *Description du Jardin de plantes medicinales* (1636), redatto da G. de La Brosse; si veda Descartes à Mersenne (13 nov. 1639), in *CM VIII*, p. 608, n. 3 anche in *AT II*, p. 619. Si veda anche, L. Denise, *Bibliographie historique & iconographique du Jardin des Plantes. Jardin royal des plantes médicinales et muséum d'histoire naturelle*, Paris, Daragon, 1903.

705 Ritengo che in questa considerazione possa darsi l'interesse di leggere la descrizione redatta da Guy de La Brosse, stimato matematico, oltre che botanico, la cui critica alla *Geostatique* di Beaugrand era nota al filosofo del metodo. Si tratta dell'*Eclaircissement d'une partie des paralogismes ou fautes contre les loix du raisonnement et de la demonstration que Monsieur de Beaugrand a commis en sa pretendue Demonstration de la premiere partie de la quatriesme proposition de son Livre intitulé Geostatique*. Descartes, infatti, informa Huygens che «due piccoli trattati *in folio*» (Descartes a Huygens, giugno 1637, *AT I*, p. 636; si veda anche Descartes a Mersenne, giugno 1637, *AT I*, pp. 376-377) sono il contenuto dei pacchi che questi gli ha fatto giungere e che Mersenne gli aveva inviato. Si tratta, appunto, dello scritto di La Brosse e di Desargues contro la *Geostatique* di Beaugrand. Mersenne li possiede già dal febbraio del 1637, come testimonia la richiesta che gli fa A. de Gaignières (cfr. Aimé de Gaignières à Mersenne, 17 fév. 1637, *CM VI*, p. 195) e quella di Fermat nella stessa primavera (cfr. Fermat à Mersenne, avril ou mai 1637, *CM VI*, p. 253), e li invia a Descartes nel giugno di quell'anno. Se questi da principio non apprezza particolarmente il libro di La Brosse, perché gli ha fatto trascorrere del tempo a «cercare di vedere che altri non hanno trovato» (Descartes a Mersenne, 22 giugno 1637, *AT I*, p. 391) la verità. L'anno seguente, dopo aver ricevuto l'opera di Beaugrand, «scritto i cui errori sono così grossolani da non poter sorprendere nessuno», scriverà a Mersenne riconoscendo di aver «avuto torto l'anno passato, avendo visto questa confutazione del Signor La Brosse senza aver visto il libro che confutava, a non approvarla» (Descartes a Mersenne, 29 giugno 1638, *AT II*, pp. 182-183). Le rare attestazioni di stima che Descartes rivolge a G. de La Brosse sono rilevanti e possono far intendere che Descartes cercasse nel libro di botanica di quest'ultimo un'applicazione della matematica. Su Guy de La Brosse si vedano R. Howard, *La bibliothèque et le laboratoire de Guy de La Brosse au Jardin des Plantes à Paris*, Genève, Droz, 1983; e Y. Laissus & J. Torlais, *Le Jardin du Roi et le Collège royal dans l'enseignement des science au XVIII^e siècle*, Paris, Hermann, 1986.

706 Cfr. Descartes a Huygens (Endegeest, 6 ottobre 1642), *AT III*, pp. 793-794, «le livre que vous avez pris la peine de m'envoyer est, encore venu assez à temps pour ce que j'en avais à faire, qui n'était que pour l'envoyer à Mr van Surck en un lieu où il a dessein de faire un jardin».

intende costruire nel nuovo castello secondo il modello francese così di moda. Per quest'ultimo richiede a Mersenne «la pianta del giardino di Lussemburgo; anche degli edifici, ma soprattutto del giardino [... pianta] da far disegnare [...] raccomandando di osservare attentamente la disposizione degli alberi e delle aiuole, poiché è principalmente questo che interessa»⁷⁰⁷: la tecnologia del parco che si sviluppa come applicazione geometrica alla disposizione estetica, sembra interessare Descartes.

L'ordine del giardino, così, ne ricostruisce uno spazio di studio, di geometrizzazione della natura, ma offre anche allo sguardo la bellezza dell'armonia e della semplicità che suscita pace e tranquillità. Lo spazio verde è luogo filosofico di riposo⁷⁰⁸ e di pace.

Nella corrispondenza con Elisabetta di Boemia, infatti, la tranquillità dei giardini e dei boschi è luogo di ristoro per una mente che non deve applicarsi alle questioni di metafisica che poco per volta, o che non deve pensare troppo alle proprie preoccupazioni. «Bisogna liberare interamente la mente da ogni pensiero triste [...], occupandosi solo di imitare coloro che, guardando la vegetazione di un bosco, i colori di un fiore, il volo di un uccello e cose che non richiedono alcuna attenzione, si persuadono che non pensano a niente. Ciò non significa perdere tempo, bensì impiegarlo bene»⁷⁰⁹ nel riacquistare la salute. Il riposo, infatti, non è annullamento del pensiero, bensì esercizio intellettuale che si rigenera nell'osservazione attenta della vegetazione, nelle sfumature dei colori e nel movimento degli animali, in una sorta di pastorale cartesiana che si traduce in un'etica del *contentement intime*, in quella morale della vita buona che lega Elisabetta al filosofo del metodo. Tanto che Elisabetta, un mese dopo, dichiara al filosofo il desiderio di raggiungerlo per «imparare la verità che [egli] raccoglie nel nuovo giardino»⁷¹⁰. Non tanto le verità scientifiche che abbiamo analizzato, quanto le verità della vita buona che ritrovava nel giardino un luogo di

707 Descartes a Mersenne (Endegeest, 17 novembre 1641), AT III, p. 450.

708 Come ritorna nell'esempio dei sogni che Descartes descrive a Guez de Balzac: «dopo che il sonno ha fatto a lungo passeggiare il mio animo nei boschi, nei giardini e nei palazzi incantati, dove provo tutti i piaceri immaginati nelle favole, mescolo senza accorgermene i sogni del giorno con quelli della veglia» (Descartes a Balzac, Amsterdam, 15 aprile 1631, AT I, p. 199).

709 Descartes a Elisabetta (Egmond-Binnen, maggio o giugno 1645), AT IV, p. 220.

710 Elisabetta a Descartes (L'Aia, 22 giugno 1645), AT IV, p. 234.

ristoro e di dialogo.

La lettura arcadica che nella lettera a Guez de Balzac prediligeva una natura favolistica e immaginaria frutto dei sogni, nella corrispondenza con Elisabetta diventa una natura sottoposta all'ordine della ragione: luogo di pace e ristoro, ma spazio della ragione.

2.B. Le metafore vegetali

Se le piante contengono la condizione ideale per conoscere con ordine la natura, esse sono anche un'eccellente metafora organica in cui le discipline sono ordinate tra di loro.

La struttura della nuova enciclopedia cartesiana, che si articola attraverso le scoperte, i risultati e l'applicazione nei diversi campi, ha l'organicità dell'albero nella *Lettre-Préface*⁷¹¹ alla traduzione francese dei *Principia*. Là dove l'intelligenza è la linfa che si fonda nelle radici della metafisica e che da questa, attraverso il tronco, si sviluppa nei rami che danno frutti rilevanti. Se l'immagine è tradizionale simbolo di sistematicità, Descartes la riordina alla *Mathesis*, ovvero a quell'operatività dell'intelletto che aveva definito nelle *Regulæ* e che accompagnano il lavoro scientifico di Descartes. L'albero, rispetto alle altre immagini di unità scientifica, soddisfa la necessità di una fondazione che stabilizzi la certezza, sottraendola alla precarietà dello scetticismo.

L'albero fornisce una risposta all'interrogazione sulla condizione delle matematiche quale fondamento della certezza scientifica, se le *Regulæ* ne avevano fornito una risposta «epistemica, quella dei *Principia* è metafisica»⁷¹²: la filosofia prima è agente e fondamento della verità scientifica, poiché fornisce una connessione tra l'ordine

711 Cfr. *Lettre-Préface*, AT IX-2, pp. 14-15. «Ainsi toute la Philosophie est comme un arbre, dont les racines sont la Metaphysique, le tronc est la Physique, & les branches qui sortent de ce tronc sont toutes les autres sciences, qui se reduisent à trois principales, à savoir la Medecine, la Mechanique & la Morale, j'entens la plus haute & la plus parfaite Morale, qui, presupposant une entiere connoissance des autres sciences, est le dernier degré de la Sagesse. Or, comme ce n'est pas des racines, ny du tronc des arbres, qu'on cueille les fruicts, mais seulement des extremitéz de leurs branches ainsi la principale utilité de la Philosophie depend de celles de ses parties qu'on ne peut apprendre que les derniers.»

712 M. Spallanzani, *L'arbre et le labyrinthe. Descartes selon l'ordre des Lumières*, Paris, Champion, 2009, p. 323.

dell'essere e l'ordine della conoscenza. Le verità, infatti, sono fondate metafisicamente e connesse ai principi in una organicità totale.

Si palesa un concetto di scienza che non risiede nella gerarchia categoriale, né nelle rivelazioni mistiche, ma che si installa nell'ordine e nell'evidenza della ragione. È l'evidenza della ragione, infatti, a diffondersi dalle radici alla pianta; così, collegata alla metafisica, la fisica è solidamente costruita sulle leggi eterne della natura che la ragione conosce e che Dio garantisce. Su radici così solide e su un tronco robusto, l'albero cartesiano si sviluppa necessariamente nelle diverse scienze: l'evidenza intellettuale si estende nei rami, «modello, metafora, immagine e figura»⁷¹³. Le scienze, infatti, ripercorrono un'unità che si articola in diversità specifiche, ma che si dispongono di condizioni un'equivalenza epistemologica: nella loro diversità possono essere ricongiunte, là dove l'operare della ragione che le regola e ne sviluppa i frutti è sempre uguale. I rami ripetono un'unità sistematica organica e tutt'altro che costruita come giustapposizione di parti (la scienza non è figlia del tempo); inoltre, esplicitano un'omogeneità della conoscenza stabilita dall'ordine della ragione (la scienza non è la ripetizione del sapere degli Antichi).

La scienza, pertanto, obbedisce alla logica genealogica delle scienze interconnesse tra loro dalla forza vitale delle operazioni intellettuali, dando luogo ad una logica della scienza che sarà *pierre de touche* della modernità, poiché conterrà il rapporto tra le scienze come relazione interna e non più disconnessa in arti distinte, frutto di conoscenze difformi, particolari, straordinarie o magiche⁷¹⁴.

La figura dell'albero ritorna anche in un'immagine della sesta parte del *Discours*, là dove, immagine del prodotto della ragione metodica, l'albero si staglia solido e solitario, benché contornato da un sottobosco vario. Da un lato l'albero, saldo alle intemperie, ai dubbi, ai problemi, alle curiosità, fondato su radici solide, termine di paragone con l'opera di Aristotele; dall'altro l'erba cattiva, le piante invadenti e rampicanti, geniale

713 *Ibid.*, p. 331.

714 L'albero della filosofia amplifica il concetto contenuto già nelle *Regulæ ad directionem ingenii* (AT X, p. 359). Qui, però, le scienze cartesiane erano unite secondo l'immagine della catena, mentre nella *Lettre-Preface* le scienze dispongono di un'unità organica e metafisica.

metafora con cui evocare l'umiliazione della filosofia scolastica (i *sectateurs* e i *novatores*) che si aggrappa come l'edera alla saldezza del capo-scuola, o la cui curiosità prometteva rapide scoperte, ma i cui fondamenti erano poco solidi e non permettevano di spingersi oltre. Costoro, scrive Descartes

sono come l'edera, che non può neanche tendere a innalzarsi sopra agli alberi che la sostengono, e spesso ne ridiscende, dopo esser giunta al loro apice; poiché mi sembra infatti che costoro ne ridiscendano – dalla sapienza originaria di Aristotele, per esempio – ovvero, si rendono in qualche modo meno sapienti che se si fossero astenuti dallo studio [...], il loro modo di filosofare è molto pratico per quelli che non hanno che un ingegno mediocre, poiché l'oscurità delle distinzioni e dei principi di cui si servono, offre loro la possibilità di parlare di tutte le cose altrettanto arditamente che se le sapessero e sostenere tutto ciò che dicono contro i più sottili spiriti e i più abili, senza che ci sia alcun mezzo per convincerli. In questo mi sembrano simili ad un cieco che, per battersi senza svantaggio contro qualcuno che veda, l'abbia condotto nel fondo di una grotta molto oscura.⁷¹⁵

Metafora, quindi, di quel tentativo sterile di costruire una scienza figlia del tempo, aggrappata alle spalle dei giganti, arrampicatasi alla forza prolifica del sapere altrui, più capace di rovistare tra i rifiuti dei veri pensatori⁷¹⁶, che di produrre qualcosa di interessante con la forza del proprio intelletto. Edera che non solo nutre dagli altri il proprio sapere⁷¹⁷, ma che tende persino a soffocare la rigogliosità della pianta principale, riducendone le scoperte più affascinanti a conoscenze minute e più semplici, talvolta a discussioni inutili e ad esperienze fuorvianti, accessori di un sapere cieco e lontano dalla chiarezza evidente della verità, che si conduce in uno scantinato buio, caverna scolastica

715 *Discours de la Méthode*, VI, AT VI, pp. 70-71.

716 Si ricordi l'accusa contenuta nella famosa lettera a I. Beeckman (Amsterdam, 17 ottobre 1630), AT I, pp. 159-162.

717 Era un precetto fondativo dell'epistemologia delle *Regulæ*, si ricorderà: cfr. *Regulæ ad directionem ingenii*, III, AT X, p. 366.

simile a quella platonica⁷¹⁸. La verità, viceversa, si staglia unitaria, come l'albero della filosofia, capace di liberarsi dagli impedimenti della tradizione per aprire qualche finestra in quell'antro buio⁷¹⁹ per costruire una scienza vera.

Su questa scia diverse sono le metafore organiche; alcune esplicitano un ordine scientifico unitario, altre evidenziano il ruolo delle operazioni intellettuali.

Il paragone tra la sua intelligenza e il campo che produce frutti è estremamente affascinante. A Huygens, informandolo del lavoro di correzione di bozze, confida di annoiarsi un poco, ma sa che la sua «mente è simile a quelle terre non fertili che bisogna lasciar riposare qualche anno perché rendano poi un po' di frutti»⁷²⁰, in una declinazione del riposo campestre, cura medica contro le fatiche dell'anima. Anticipatrice di quell'unità umana che collega tra loro le fatiche del corpo alle difficoltà intellettuali, in una connessione intima delle abilità umane. Nella lettera inviata a Beeckman qualche anno prima, Descartes aveva proposto una metafora simile:

se mai volessi che gli uomini conoscano il piccolo podere coltivato dalla mia intelligenza, s'accorgeranno facilmente se quei frutti sono stati colti da quel fondo e non da un altro.⁷²¹

La continuità che dal seme porta alla crescita della pianta e poi al frutto è esempio dell'esercizio della ragione che si contrappone al criterio di autorità, in base al quale Beeckman si considerava maestro e autore degli scritti cartesiani. La scienza, infatti, è tutta collegata e ha origine nella ragione, senza dipendere dalla fortuna o dal caso; come quei frutti che crescono così bene in un campo e male altrove.

Il paragone naturale evoca la forza intellettuale che ricostruisce l'unità e la proprietà

718 Si veda H. Blumenberg, *Höhlenausgänge*, Frankfurt, Suhrkamp, 1989.

719 Cfr. *Discours de la Méthode*, VI, AT VI, p. 71, «et je puis dire que ceux cy ont interest que je m'abstiene de publier les principes de la Philosophie dont je me sers: car estant très simples & très evidents, comme ils sont, je ferois quasi le mesme, en les publiant, que si j'ouvrais quelques fenestres, & faisois entrer du jour dans cete vace, où ils sont descendus pour se battre».

720 Descartes a Huygens (Leida, 30 ottobre 1636), AT I, p. 614.

721 Descartes a Beeckman (Amsterdam, 17 ottobre 1630), AT I, p. 161.

della scoperta: il vero scopritore sa dimostrare di conoscere completamente l'oggetto del proprio studio; la completezza, pertanto, è una possibilità della ragione conoscente nell'ordine del metodo e non solamente una condizione del conosciuto. Altrimenti si conosce solo una parte della scienza. La metafora, dunque, rende chiara l'operatività intellettuale che guida la conoscenza scientifica.

Una simile metafora organica è richiamata in una lettera a Mersenne del 25 novembre 1630, quando innanzi all'urgenza pressante del Minimo affinché pubblici le proprie opere, Descartes risponde invocando la pace come condizione filosofica ottimale di lavoro: ricerca la pace, più che la solitudine. E «non ho fretta – scrive a Mersenne – di finire la *Dioptrique*, non temo per niente che qualcuno *porti la falce nella messe altrui*»⁷²²: per chi non conosce l'ordine delle catene e la completezza degli studi compiuti, non sarà sufficiente imbattersi casualmente in una stessa scoperta. Nella scienza tutte le parti siano coerenti e ordinate tra loro, proprio come la natura. E la scoperta scientifica non consiste nell'aver colto semplicemente un frutto, ma nell'aver esercitato ordinatamente la propria ragione.

In una lettera del giugno 1639 a Huygens, pressato da questi affinché pubblici i propri lavori filosofici, Descartes giunge a descriverli secondo una metafora vegetale, paragonando il *Monde* ai frutti degli alberi: «come i frutti si lasciano ancora sugli alberi il tempo sufficiente perché diventino più maturi, nonostante si sappia bene che i venti e la grandine, e numerosi altri pericoli possano guastarli durante tutto il tempo che vi restano, allo stesso modo, credo che il mio *Monde* sia di questi frutti che si devono lasciar maturare sull'albero, e che non possono esser colti mai troppo tardi»⁷²³; ben consapevole delle esigenze, limiti e necessità della produttività intellettuale.

Non si può dimenticare la lettera a Chanut citata sopra, in cui la variazione del giardinaggio “à la *Candide*”, trova un'interpretazione dell'unità arborescente – «mentre lascio crescere le piante nel mio giardino, dalle quali mi aspetto qualche esperienza che

722 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 25 novembre 1630), AT I, p. 179; «*ne quis mittat falcem in messem alienam*», in originale.

723 Descartes a Huygens (Santpoort, 6 giugno 1639), AT II, p. 683.

mi faccia continuare la mia fisica, mi fermo a pensare ai problemi particolari della morale»⁷²⁴ –, in cui l'unità intellettuale permette di spaziare da un campo all'altro e, nel riposo della ricerca botanica, di concentrarsi sulla morale. Medesimo riposo botanico che mette in pratica con Elisabetta⁷²⁵ e che Henricus Bornius riportava a Gassendi in una lettera del giugno dello stesso anno⁷²⁶.

Una metafora simile si ripresenta in una lettera a Brasnet del 1649, a giustificazione quell'esigenza di spostamento che ha sempre contraddistinto il filosofo del metodo, e nel 1649 in procinto di mettersi in viaggio. Si dice persuaso «che la bellezza del luogo non è necessaria per la saggezza, e che gli uomini non sono come gli alberi, che vediamo crescere meno bene quando la terra dove sono trapiantati è più arida di quella in cui erano seminati»⁷²⁷. Gli studi compiuti nel proprio giardino, grazie ai quali aveva compreso l'importanza di una buona coltivazione del terreno per restituire buoni frutti, valgono anche per l'uomo nella misura in cui, però non sono i luoghi a fare la scienza, ma il suo terreno ideale è quello in cui può impiegare correttamente la ragione. In fondo la pastorale cittadina di Amsterdam contenuta in una lettera a Guez de Balzac⁷²⁸ lo

724 Descartes a Chanut (Egmond-Binnen, 15 giugno 1646), AT IV, p. 442.

725 Cfr. Descartes a Elisabetta (Egmond-Binnen, giugno 1645), AT IV; p. 238.

726 La lettera è riportata anche nell'edizione Adam-Tannery, in appendice alla lettera a Elisabetta del giugno 1645: AT IV, p. 238. Si veda P. Gassendi, *Opera omnia*, cit., *Epistolæ*, VI, cit., p. 489, «Cartesis adhuc prope Almariam degit, nocte dieque absque intermissione rerum naturam scrutans, versatur in animalium herbarumque indole explicanda, promittit se omnia per sua principia Mundo iam nota explicaturum, ita ut tota philosophantium cohors videat, quantis in tenebris Aristoteles, illiusque sectatores rerum naturam inuoluerint» (Bornius à Gassendi, 16/26 Iunij 1645, Ultraiecti).

727 Descartes a Brasnet (Egmond-Binnen, 23 aprile 1649), AT V, p. 350.

728 Descartes a Balzac (Amsterdam, 5 maggio 1631), AT I, p. 202-204. In questa lettera è evidente la prova di mimetismo della scrittura di cui si riconosce l'abilità cartesiana; il filosofo, infatti, ripercorre alcuni brani delle *Lettres* di Guez de Balzac pubblicate anni prima. Si veda *Les premières lettres de Guez de Balzac*, 1618-1627, éd. critique précédée d'une introduction par H. Bibas et K.-T. Butler, Paris, Droz, 1933-1934, 2 voll., T. I, Balzac à Monsieur le cardinal de la Valette, 15 juillet 1621, lettre XIX, in *Lettres*, cit., pp. 93-94; Balzac à Hydaspe, 1 janvier 1624, lettre XXXVI, in *Lettres*, cit., pp. 159-160).

Si veda, inoltre, K. Dunn, "A Great City Is a Great Solitude": *Descartes's Urban Pastoral*, in *Yale French Studies*, vol. 80, 1991, p. 101: «Asterdam was seventeenth-century Europe's most rationally and efficiently designed city, but its designed included a closely confined yet nonetheless expressive individualism, as conveyed in the facades of the houses, the only external detail not specifically controlled by city ordinance», un compromesso tra autoritarismo ed espressione individuale che

metteva in luce.

Nelle *Regulae* la metafora naturale è impiegata una volta sola, ma ha una grande importanza epistemologica, come raffigurazione del discontinuo che offre la molteplicità ridotta a struttura dell'ordine e, quindi, facilmente intelligibile grazie al metodo induttivo. La figura dell'albero genealogico, evocata da Descartes nella *Regula XIV*, è «utile a far vedere la moltitudine»⁷²⁹ delle cose: l'albero o la figura per punti distinti rappresenta la relazione che le diverse cose stabiliscono tra loro. Specificamente, Descartes si limita alle «differenze di rapporti e proporzioni espresse nel modo più facile»⁷³⁰ di cui la moltitudine e le grandezze continue ne formano l'insieme. L'albero genealogico esplicita la relazione della moltitudine con diverse unità e mostra l'ordine che si stabilisce tra le cose nel percorso conoscitivo. Nel passaggio dalle grandezze continue ridotte «grazie all'unità arbitrariamente assunta»⁷³¹ alla moltitudine, è possibile ricondurre quella grandezza ad un ordine misurabile dalla ragione; a questo punto, di conseguenza, «la conoscenza della misura dipende dalla sola osservazione dell'ordine»⁷³² che la riduzione ha reso misurabile e comprensibile; talvolta quest'ordine può essere raffigurato come un albero genealogico. Si contrappone, quest'esempio della logica cartesiana, all'albero di Porfirio, schema binario che la tradizione scolastica aveva elaborato e che si strutturava sulle suddivisioni delle spiegazioni precedenti attraverso cinque predicabili e, in particolare, per genere prossimo e differenza essenziale⁷³³.

lasciava, quanto meno, allo straniero Descartes molta più libertà di quella che la vita parigina non gli avrebbe permesso.

729 *Regulae ad directionem ingenii*, XIV, AT X, p. 451.

730 *Ibid.*, p. 450.

731 *Ibid.*, pp. 451-452.

732 *Ibid.*, p. 452.

733 Per una descrizione della logica porfiriana, si veda Porfirio, *Isagoge*, a cura di G. Girgenti, Milano, Rusconi, 1995, in particolare pp. 71-73, «quando si discende quindi sino alle specie infime, necessariamente si procede con la divisione verso la molteplicità, mentre quando si risale sino ai generi sommi, necessariamente si riconduce la molteplicità all'unità: infatti la specie, e ancora di più il genere, riconduce i molti ad un'unica natura, mentre al contrari, gli individui e le cose particolari, dividono sempre l'uno in molteplicità» (6, 17-22). U. Eco ne individua alcuni punti critici, un primo problema a livello metafisico, «Porfirio – scrive Eco – manifesta l'intenzione (non si sa quanto sincera) di lasciar da parte la domanda se i generi e le specie esistano in sé o se siano mere

L'induzione cartesiana annulla questo sistema logico, ancora legato agli universali e ad un ordine causale costruito solo retoricamente, ma ben distante dalla scienza.

concezioni della mente» (U. Eco, *L'antiporfirio*, in *Il pensiero debole*, a cura di G. Vattimo e P.A. Rovatti, Milano, Feltrinelli, 1983, pp. 55-80: p. 59), altri a livello logico che si instaura sulla necessità di definire propriamente questo albero descritto solo logicamente, «il difetto di questo albero è che esso definisce in qualche modo la differenza tra dio e l'uomo ma non quella tra il cavallo e l'asino o tra l'uomo e il cavallo» (*Ibid.*, p. 63), inoltre, «generi e specie sono fantasmi verbali che coprono la vera natura dell'albero e dell'universo che esso rappresenta, *un universo di pure differenze*» (*Ibid.*, p. 70). Infine, Eco ritiene che «l'albero di Porfirio rappresenta [...] il tentativo di ridurre il labirinto, polidimensionale, a uno schema bidimensionale» (*Ibid.*, p. 76), che rigenera altri labirinti. A questa lettura si contrappone quella di G. Girgenti, *Il pensiero forte di Porfirio. Mediazione fra henologia platonica e ontologia aristotelica*, Milano, Vita e pensiero, 1996, in particolare pp.125-134.

C. Animali e Uomo

Lo studio sugli animali e sull'uomo è centrale nella ricerca di Descartes, il cui fine è proprio quella filosofia pratica che ha come scopo il compimento di una medicina moderna e utile all'uomo. Frutto dell'albero della filosofia, lo studio medico intreccia l'analisi delle funzioni e della struttura del corpo con la meccanica, ed è compiuto nell'ordine del metodo.

Esercizio del metodo e studio della natura, infatti, il corpo animale nella sua complessità è scomposto in strutture meccaniche fondamentali, iscrivendosi in tal modo, in virtù dell'analisi metodica, nella grande meccanica della natura. Lo studio si fonda su quell'ordine del metodo mediante cui si definiscono le leggi della natura che contraddistingue la filosofia naturale, ridotta ad un congegno di funzioni simili, di strutture analizzate quantitativamente attraverso i criteri di movimento ed estensione delle parti.

Tuttavia la complicazione di questo ambito è evidente e forza il metodo cartesiano più di ogni altro oggetto di ricerca. In queste pagine vedremo come lo studio si evolva, quali direzioni prenda e come muti l'applicazione metodica agli esseri viventi e in particolare all'uomo.

Descartes presenta gli studi fisiologici in varie opere e li persegue in tutta la sua attività in Olanda, sin dalla fine del 1629, infatti, scrive a Mersenne di voler intraprendere studi anatomici e tra i suoi primi spostamenti non si può non registrare un trasferimento a Leida nel 1630, luogo di uno dei più famosi anfiteatri anatomici dell'epoca⁷³⁴, qui il 27 giugno si iscrive all'Università. Negli anni seguenti gli studi si affiancano agli incontri con studiosi di medicina⁷³⁵, con Henricus Reneri, allievo anch'egli dell'Università di Leida e suo grande amico, con Corneliis van Hogelande,

734 Si veda J.-P. Cavaillé, *Descartes, la fable du monde*, Vrin, Paris 1991, e le pagine di descrizione degli anfiteatri dell'epoca.

735 Cfr. V. Aucante, *Les médecins et la médecine*, in *La biografia intellettuale di Descartes attraverso la Correspondance*, cit., pp. 607-625.

medico di Leida con cui negli anni si sedimenta una collaborazione intellettuale che tocca l'attività diagnostica⁷³⁶, e con Henricus Regius⁷³⁷, il primo allievo di Descartes. Anche il carteggio con Mersenne testimonia progressi medicali evidenti, nell'evoluzione degli studi che dai primi anni in cui Descartes cerca di stabilire un ordine alle ricerche anatomiche, giunge fino all'ambizioso programma di «scoprire una Medicina che sia fondata su dimostrazioni infallibili»⁷³⁸, e all'ambizioso intento di legalizzare un campo di ricerche soggetto alle istanze più complesse.

I progressi non sono insignificanti, se è vero che Descartes inizia a studiare medicina verso la fine del 1629⁷³⁹ e meno di tre anni dopo ha raggiunto una conoscenza

736 Descartes partecipava alle visite mediche che Hogelande compiva nella sua professione; si veda Descartes a Wilhem (Leida, 13 giugno 1640), AT III, p. 91, «il signor Hogelande ed io abbiamo appena incontrato la Signorina vostra figlia [...]. Se vi è comodo trovarvi a quell'ora, potremo cominciare in vostra presenza; se invece non doveste venire, cominceremo ugualmente salvo diverso ordine da parte vostra: lasceremo cioè fare al chirurgo per quanto riguarda l'applicazione esterna di quel che può servire a raddrizzare le ossa, mentre il signor Hogelande si è convinto a fare il resto; in ciò sono sicuro che non mancherà di fare del suo meglio». Wilhem era cognato di Huygens, ma si può ritenere che Descartes l'avesse conosciuto ben prima di quest'ultimo, probabilmente grazie all'intermediazione di Reneri, che lo conosceva dal 1629, e forse anche per mezzo di Mersenne, che l'aveva conosciuto in un viaggio a Thouars nel 1613. Mercante e diplomatico, non si può negare che avesse ricevuto una buona educazione, tanto da farne un grande mecenate.

737 La bibliografia sul rapporto Descartes-Regius è vasta, mi permetto di rimandare a *René Descartes/Henricus Regius. Il carteggio/le polemiche*, a cura di R. Bortoli, Napoli, Cronopio, 1997. E.-J. Bos, *The Correspondence between Descartes and Henricus Regius*, Utrecht, Zeno, 2002, tesi di dottorato.

738 Descartes a Mersenne (Amsterdam, gennaio 1630), AT I, p. 106.

739 É. Gilson ascriveva i primi studi medici alla frequentazione dell'Università di Poitiers, in cui Descartes si laureò in diritto (si veda É. Gilson, *René Descartes, Discours de la Méthode. Texte et commentaire*, Paris, Vrin, 1962³, p. 139). Ma grande è l'incertezza in proposito, soprattutto alla luce del fatto che non si conosca l'attività di Descartes negli anni '20. V. Aucante sostiene che Descartes si è interessato di medicina già nella capitale francese, ritenendo, inoltre, plausibile quel seducente avvicinamento alla medicina maturato negli anni dell'infanzia che la parentela con Jean Ferrand, medico della regina Eleonora, e la ricca biblioteca in cui – forse – Descartes era cresciuto aveva reso possibile. Alla simpatia del giovane Descartes per la medicina, affermata in A. Tellier, *Descartes et la médecine*, Paris, Vigné, 1928 (tesi di laurea) e in G. Papillault, *L'origine de René Descartes*, in *Bulletin de la Société française d'histoire de la médecine*, vol. 21, 1927, p. 386, V. Aucante aggiunge un vero e proprio interessamento metodico alla medicina negli anni parigini: l'attenzione ad essa, scrive, nasce «lors de ses contacts parisiens avec le groupe de Mersenne, [...] il rencontra plusieurs médecins» (V. Aucante, *La philosophie médicale de Descartes*, Paris, PUF, 2006, p. 65). Anche P. Costabel e S. Gaukroger ritengono che gli interessi medici di Descartes anticipino la sua partenza per le Province Unite, si vedano P. Costabel, *Descartes. Règles utiles et claires*, La Haye, Nijhoff, 1977,

all'avanguardia, tanto da essere tra i papabili candidati alla cattedra in medicina teorica presso l'Università di Bologna che nel 1633 cercava un nuovo professore⁷⁴⁰. È esempio, anche se incompiuto, della validità e dell'utilità di quell'ordine metodico e dell'unità meccanica con cui si può conoscere la natura e la fisiologia, in una radicale trasformazione della filosofia naturale in cui Descartes si disfa sia della tradizione, che era stata costruita sull'importanza delle anime, sia della filosofia rinascimentale fondata sul rapporto macrocosmo-microcosmo. Questo interessamento al filosofo del metodo è ancor più rilevante là dove a suggerire il nome di Descartes al legato bolognese sia stato Mersenne. Questi, infatti, era al corrente dei nuovi interessi medici del filosofo, ma non poteva conoscere l'efficacia dei suoi studi: la lontananza non è colmata da alcuna lettera in merito. Si può ritenere che il Minimo mostri grande fiducia nelle capacità dell'amico da considerare quell'intelletto che a Parigi ha visto all'opera nell'ottica come funzionante anche in ambito medico, con un riconoscimento all'unitarietà del metodo cartesiano di straordinario rilievo, soprattutto perché giunge da parte di chi aveva fatto della

n° 10, p. 212 e S. Gaukroger, *Descartes. An Intellectual Biography*, Oxford, Clarendon Press, 1995, pp. 164-168.

Per quanto sia affascinante immaginare gli interessi del giovane Descartes, è piuttosto complesso ricostruire una metodicità in queste ricerche, e anche per gli anni parigini non abbiamo alcun indizio utile: là dove si parla del filosofo del metodo, infatti, ci si limita alla sua abilità matematica e alla sua perizia negli studi di ottica. Ritengo, pertanto, che si debba rispettare la lettera di Descartes in cui sostiene di cominciare ad interessarsi di medicina solo dopo l'arrivo nelle Province Unite. Tutto ciò che sta prima, per quel poco che ne sappiamo, in quanto si tratta più probabilmente di soli incontri e chiacchierate occasionali, non può ascrivere ad uno studio metodico.

740 Aspetto quasi del tutto sconosciuto della biografia cartesiana, e messo in luce di recente da Gideon Manning, con un saggio che D. Garber mi ha permesso di poter consultare prima della pubblicazione, G. Manning, *Descartes and the Bologna affair*, [forthcoming]. Manning ritiene, attraverso la lettura del carteggio universitario, che il legato dell'Università di Bologna inviato in Francia alla ricerca di un possibile candidato alla cattedra di medicina teorica abbia indicato, come seconda scelta, proprio René Descartes. Al di là dell'interessamento, dell'elezione di Descartes a medico teorico di fama internazionale, del nome che viene citato, non sappiamo null'altro e la scelta del professore ricadrà su qualcun altro. È un aspetto biografico minore, di cui non sappiamo neanche se Descartes ricevette un invito ufficiale; tuttavia, è senz'altro importante per il collegamento esplicito nella biografia intellettuale cartesiana, ma sempre tenuto in secondo piano, tra la scienza fisica e l'anatomia e la medicina. Si vedano V. Busacchi, *La chiamata di Cartesio alla cattedra eminente di teorica della medicina nello studio di Bologna nel 1633*, in *Pagine di storia della medicina*, 11, 1967, pp. 9-13; K. Rothsuh, *Henricus Regius and Descartes: Neue Einblicke in die frühe Physiologie (1640-1641) des Regius*, in *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 21, 1968, pp. 39-66: p. 58, nonostante la sovrapposizione tra l'Università di Padova e quella di Bologna.

frammentazione scientifica lo strumento della propria ricerca intellettuale.

L'operatività metodica che riduce la complessità dello studio fisiologico ad un modello meccanico rende Descartes interessante sia agli occhi dei professori della facoltà di Medicina di Bologna, sia agli occhi dell'amico Mersenne.

Il meccanismo fondato sul movimento e l'estensione della materia, con cui Descartes riduce lo studio delle varietà naturali all'analisi della struttura interna, della disposizione e della figura delle piccole parti, ovvero riducendo le diversità alla legalità del metodo, è applicato anche alla fisiologia e all'anatomia. La natura è una macchina che si ordina secondo leggi precise: il metodo permette di riunire i diversi campi del sapere in una filosofia unitaria.

§ 1. Modello di spiegazione

1.A. Macchine e automi

Quest'esigenza di unità è ricordata dallo stesso Descartes, quando nel 1629 scrive a Mersenne di voler spiegare tutta la fisica⁷⁴¹ in un'opera concatenata e completa. Allo studio delle meteore e della fisica, due mesi dopo aggiunge la volontà di occuparsi degli esseri viventi, «voglio cominciare a studiare l'anatomia»⁷⁴², scrive a Mersenne per dissuaderlo dall'inviargli le ricerche che egli ha compiuto sulla musica. Nella corrispondenza si testimonia il grande interesse e la grande attenzione per gli studi di medicina, anatomia e fisiologia dei corpi animali.

Il 15 aprile 1630 ripete a Mersenne l'ordine dei propri studi, con cui collega la chimica all'anatomia, «studio chimica e anatomia tutte insieme, e imparo ogni giorno qualcosa che non trovo nei libri»⁷⁴³, scrive Descartes. L'esplicitazione del sistema che vuole portare a compimento è netta: non vi è solo un'unica legalità conoscitiva a cui i diversi ambiti, dalla natura minerale, ai vegetali e per arrivare agli animali, sono riordinati metodicamente e tenuti assieme, vi è anche una concatenazione che lega

741 Cfr. Descartes a Mersenne (Amsterdam, 13 novembre 1629), AT I, p. 70.

742 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 18 dicembre 1629), AT I, p. 103.

743 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 15 aprile 1630), AT I, p. 137.

ambiti diversi in un'unica dimostrazione – «tutte le difficoltà della fisica, sulle quali vi avevo scritto di aver preso partito, sono talmente concatenate e dipendono così strettamente le une dalle altre, che mi sarebbe impossibile dimostrarne una senza dimostrarle tutte insieme»⁷⁴⁴, scrive sempre nell'aprile 1630 –; così non vi sono studi o arti separate, ma tutte sono connesse tra loro e ordinate dall'intelletto, che ne riduce le varietà ad unità concettuali e le diversità funzionali all'ordine meccanico. L'ordine è garantito dalle idee chiare e distinte di movimento, estensione e figura: «non ho trovato nessuna cosa di cui non pensi di poter spiegare in dettaglio la formazione per mezzo delle cause naturali – scrive a Mersenne, – allo stesso modo in cui ho spiegato quella di un grano di sale o quella di una piccola stella di neve nelle mie *Météores*»⁷⁴⁵.

Questa unità d'ordine e di legalità metodica è ripetuta frequentemente nella corrispondenza che segue alla pubblicazione del *Discours* e degli *Essais*, in cui Descartes risponde alle obiezioni che gli vengono sollevate per aver rotto con la tradizione scolastica, che studiava i comportamenti dei corpi animali ed umani aggregando anime e facoltà diverse, che ha «cercato solamente di immaginare delle cause grazie alle quali poter spiegare i fenomeni della natura, senza però esservi potuti riuscire»⁷⁴⁶, scrive a Morin nel luglio 1638, sottolineando la semplicità della propria fisica in cui tutte le varietà non conseguono più dalle supposizioni della tradizione («le loro *qualità reali*, le loro *forme sostanziali*, i loro *elementi* [...], il cui numero è quasi infinito»⁷⁴⁷), bensì solo dalla composizione dei corpi in parti a cui possono essere ridotti.

La riduzione meccanica dei corpi alle parti che lo compongono e alla relazione meccanica che queste parti instaurano conduce non tanto ad un recupero delle teorie atomistiche dell'antichità, quanto alla considerazione di tali corpi come macchine: dietro ogni funzionamento c'è un organo che riceve un impulso a muoversi e ad agire, non più delle anime che lo abitano. Il corpo umano e animale è studiato in questo itinerario intellettuale che riconduce l'animato all'inanimato, cioè allo studio meccanico

744 Ibid., p. 140.

745 Descartes a Mersenne (20 febbraio 1639), AT II, p. 525.

746 Descartes a Morin (13 luglio 1638), AT II, pp. 199-200.

747 Ibid., p. 200.

dell'estensione, movimento e figura.

Ne *L'Homme* e nella quinta parte del *Discours*, infatti, Descartes iscriveva lo studio fisiologico del corpo umano sotto l'ordine meccanico⁷⁴⁸. *L'Homme* costituisce la seconda parte del trattato di fisica che ha iniziato a redigere nel 1629, conclusione dello studio del mondo, che non porterà a termine e che verrà pubblicato postumo dapprima in latino a Leida nel 1662, poi in francese nel 1664, edizione curata da Claude Clerselier. Nella quinta parte del *Discours*, *enchantillon* del metodo in ambito fisiologico, Descartes ricostruisce il risultato dello studio compiuto, asserendo di essere giunto fino alla descrizione dell'anima razionale, che invece risulta mancante nel testo originale.

L'Homme è una ricostruzione sintetica del corpo umano, che Descartes compie partendo dall'ipotesi del corpo-macchina:

suppongo che il corpo non sia altra cosa se non una statua o una macchina di terra, che Dio forma di proposito per renderla quanto più possibile simile a noi, di modo che non solo le dia all'esterno il colore e la figura delle nostre membra, ma anche che ponga all'interno tutti i pezzi che sono richiesti per far sì che cammini, mangi, respiri e, infine, imiti tutte le nostre funzioni che si immagina possano procedere dalla materia e dipendere dalla sola disposizione degli organi.⁷⁴⁹

La disposizione degli organi permette di ricostruire il modello meccanico del corpo umano, veri e propri pezzi [*pièces*, scrive Descartes] che si uniscono e che sviluppano i movimenti e le diverse funzioni. Ne *L'Homme* la macchina del corpo umano viene immediatamente paragonata alle macchine fatte dagli uomini, «orologi, fontane artificiali, mulini e altre macchine simili»⁷⁵⁰: oggetti di decorazione e di esibizione che suscitavano meraviglia, che incantavano per la somiglianza con i movimenti umani,

748 Cfr. A. Georges-Berthier, *Le mécanisme Cartésien et la physiologie au XVII^e siècle*, in *Isis*, vol. 3, 1920, 1, pp. 37-89.

749 *L'Homme*, I, *De la machine de son Corps*, 2, “*Que son Corps est une machine entièrement semblable aux nôtres*”, AT XI, p. 120.

750 *L'Homme*, I, 2, AT XI, p. 120.

«allo stesso modo potete aver visto nelle grotte e nelle fontane che sono nei giardini dei nostri re, che la sola forza con cui l'acqua si muove uscendo dalla sua sorgente è sufficiente per muovere alcune macchine e persino per far suonare ad esse qualche strumento o pronunciare qualche parola, a seconda della diversa disposizione dei tubi che trasportano l'acqua»⁷⁵¹, scriveva ne *L'Homme*, in cui i paragoni tratti dalle macchine artificiali non sono più *jeux savants* carichi del significato esoterico incline alle tentazioni faustiane⁷⁵² e connessi ad una conoscenza stabilita sulla curiosità, bensì analizzati come oggetti ordinati da un principio di spiegazione chiaro e distinto. Descartes supera, in altri termini, quella ricercatezza curiosa ed esoterica che rendeva l'automa suscettibile di essere per un verso una macchina decorativa che genera meraviglia, per un altro l'obiettivo mistico di animare la materia, e che riduceva ogni interiorità spirituale in una fusione di tensioni mistiche e progetti alchemici⁷⁵³. Egli non percorre nessuna di queste due piste, bensì segue un progetto metodologico preciso: la macchina del corpo è un modello di spiegazione che riconduce la varietà e le differenze ad unità concettuali evidenti. Nel «trasferire la struttura organica dell'uomo in un altro sistema»⁷⁵⁴, la macchina rende conoscibile la realtà e diventa modello di spiegazione

751 *Ibid.*, II, *Comment se meut la machine de son Corps*, art. XV15, “*Que les Esprits animaux sont le grand ressort qui fait mouvoir cette machine*”, AT XI, p. 130.

752 G. Rodis-Lewis, *Machinerie et Perspectives curieuses dans leurs rapports avec le Cartésianisme*, in *XVII^e siècle*, 1956, pp. 461-474: p. 466.

753 Il riferimento è al Golem, che una leggenda fece comparire a Praga, là dove alcuni rabbini lo costruirono applicando perdute formule della Cabala. P.S. Macdonald ritiene che il modello di automa a cui Descartes si riferisce sia proprio il Golem, di cui il filosofo poteva conoscere la leggenda e poteva aver apprezzato la storia nel soggiorno nella meravigliosa Praga in cui viene visto. Si veda P.S. Macdonald, *Descartes: the Lost Episodes*, in *Journal of History of Philosophy*, 2002, XL, 4, pp. 437-460: pp. 446-447, «In Prague legend, Rabbi Loew, with the help of two associates, created the Golem [...] The Emperor Rudolf held Rabbi Loew in high esteem and assured him that court would not permit any further blood libels against his people [...]. But the Rabbi had an implacable and dangerous enemy in the Catholic Priest Thaddeus who was reputed to be a powerful sorcerer. When the Rabbi called upon the Lord in a dream to give him advice, the Lord told him to create a Golem out of clay to destroy the enemies of Israel. He confided this instruction to two learned friends trained in the mystical Cabbala».

Si vedano anche B. Thieberger, *The Great Rabbi Loew of Prague*, New York, Farrar, 1955; M. Idel, *Golem: Jewish Magical and Mystical Traditions on the Artificial Anthropoid*, Albany, The State University Press, 1990; B. Sherwin, *The Golem Legend: Origins and Implications*, Lanham, University Press of America, 1985.

754 F. Bonicalzi, *Il costruttore di automi. Descartes e le ragioni dell'anima*, Milano, Jaca Book, 1987, p.

che riconduce varietà e differenze al movimento dei “pezzi”. Il modello, pertanto, è l'espressione e il risultato dell'operare induttivo del metodo che ordina la serie dei funzionamenti e dei movimenti in un sistema che l'intelletto ricostruisce nelle macchine e conosce. Descartes lo ripete anche in conclusione dell'opera,

desidero – scrive – che consideriate [...] che tutte le funzioni che ho attribuito a questa macchina, come la digestione dei cibi, il battito del cuore e delle arterie, il nutrimento e la crescita delle membra, la respirazione, la veglia e il sonno, la ricezione della luce, dei suoni, degli odori, dei sapori, del calore e di tali altre qualità negli organi dei sensi esterni; l'impressione delle loro idee nell'organo del senso comune e dell'immaginazione, la ritenzione e l'impressione di queste idee nella memoria; i movimenti interni degli appetiti e delle passioni e, infine, i movimenti esterni di tutte le membra che seguono così a proposito, tanto dalle azioni degli oggetti che si presentano ai sensi, che dalle passioni, e dalle impressioni che si incontrano nella memoria, al punto da imitare il più perfettamente possibile quelli di un vero uomo: io desidero, dico, che consideriate che queste funzioni seguono tutte naturalmente, in questa macchina, *dalla sola disposizione dei suoi organi, né più né meno di come i movimenti di un orologio o di un altro automa, seguono dai suoi contrappesi e dalle sue ruote*; di modo che non bisogna concepire in essa, quando sopravvengono, alcuna altra anima vegetativa, né sensitiva, né alcun principio di movimento e di vita, ad eccezione del suo sangue e dei suoi spiriti, agitati dal calore del fuoco che brucia continuamente nel suo cuore⁷⁵⁵.

Descartes ricostruisce i movimenti e le funzioni organiche sull'esempio del modello meccanico: la digestione, per esempio, non è altro che la separazione delle parti simile

19.

755 *L'Homme*, V, 106, “*Que toutes les fonctions qui lui ont été attribuées sont des suites de la disposition de ses organes*”, AT XI, pp. 201-202.

all'opera con cui si separano tutti i corpi attraverso il fuoco o le acqueforti, in un'unione della fisiologia e della chimica; oppure l'azione dei nervi corrisponde a quella dei tubi in alcune macchine idrauliche, i muscoli e i tendini sono paragonati ai vari congegni e alle molle che li muovono, gli spiriti animali all'acqua che li sposta e il cuore alla fonte di tutto. Tutti i movimenti della macchina corporea si compiono senza l'ausilio e il contributo dell'anima, perciò il modello delle macchine meccaniche è quello più opportuno, poiché in queste come nel corpo i movimenti sono dati dal cambiamento fisico delle parti, dall'interazione meccanica tra di loro.

Il paragone con gli automi e le macchine artificiali, dunque, esce dal sistema magico-meraviglioso ed entra in un itinerario epistemologico in cui la ragione tecnica è inserita in un sistema meccanico teorico ordinato, fondato sulla fisica⁷⁵⁶. Il funzionamento del corpo umano è spiegato interamente dal meccanismo delle sue parti, dal loro movimento, dalla loro estensione e dalla loro disposizione; il rifiuto della dottrina delle anime ha nel meccanicismo fisiologico un'alternativa scientifica che Descartes dimostra come vera; la distinzione tra l'anima e il corpo, infatti, pur nell'unità che compone ogni uomo, permette di studiarli distintamente⁷⁵⁷ e di notarne alcune peculiarità.

Ne *L'Homme*, infatti, il paragone con le macchine artificiali rende noti i funzionamenti del corpo umano; inoltre, indica come sia possibile ricostruire attraverso la disposizione degli organi i movimenti della macchina del corpo. Nulla dipende più da forze esterne e magiche, o dalle qualità della filosofia tradizionale, bensì solamente dalla «materia, [...] movimento, grandezza, figura e disposizione delle sue parti»⁷⁵⁸. Infatti, come scrive ancora ne *L'Homme*,

gli oggetti esterni che in virtù della loro sola presenza agiscono sui

756 Cfr. *Regulae ad directionem ingenii*, V, AT X, p. 380, l'errore di « quanti studiano la meccanica senza la fisica e costruiscono a caso nuovi strumenti per produrre movimenti », ovvero senza un obiettivo preciso e una ragione evidente.

757 Si veda l'inizio de *L'Homme*, « questi uomini saranno composti, come noi, di un'anima e di un corpo. E bisogna che vi descriva, a parte, in primo luogo, il corpo, poi, dopo, l'anima [...] e infine che vi mostri come queste due nature debbano essere congiunte ed unite in modo da comporre uomini che ci rassomigliano » (*L'homme*, I, 1, AT XI, pp. 119-120).

758 *Le Monde*, V, AT XI, p. 26.

suoi organi di senso e che, ciò facendo, la determinano a muoversi in parecchi diversi modi a seconda di come sono disposte le parti del suo cervello, sono come dei forestieri che, entrando in alcune grotte di queste fontane, causano essi stessi senza pensarvi i movimenti che si fanno in loro presenza: infatti, non possono entrarvi se non camminando su certe mattonelle disposte in modo tale che, per esempio, se si avvicinano ad una Diana che si bagna, la faranno nascondere tra le canne e, se passano oltre per inseguirla, faranno venire verso di loro un Nettuno che li minaccerà col suo tridente o, se vanno da qualche altra parte, faranno uscire un mostro marino che vomiterà acqua sui loro visi e cose simili, secondo il capriccio degli ingegneri che le hanno costruite. Ed infine, quando l'*anima razionale* sarà in questa macchina, avrà la propria sede principale nel cervello e là sarà come il fontaniere che deve essere nei pozzetti dove si dirigono tutti i tubi di queste macchine, quando vuole provocare o impedire, o cambiare in qualche modo i loro movimenti.⁷⁵⁹

Attraverso la riduzione del corpo umano ad automa, Descartes corregge le teorie scolastico-aristoteliche della tripartizione dell'anima, errate nella teoria, inutili e sterili nella medicina, risultato delle confusioni dell'infanzia (in cui ritenevamo «che l'anima è il principio di tutto»⁷⁶⁰). L'attenzione alle teorie degli antichi è la condizione di prevenzione (errore filosofico che Descartes denuncia) a cui la medicina, oggetto della filosofia tradizionale, è soggetta.

Ne *L'Homme*, così come nel *Monde*, Descartes supporta la spiegazione della propria teoria meccanicista con illustrazioni, immagini che aiutano la comprensione della teoria. La stessa immaginazione, infatti, era stata ridotta nelle *Regulæ ad directionem ingenii* a facoltà dell'ingegno, e qui viene applicata come strumento metodico per comprendere meglio le caratteristiche che egli sta spiegando, fornendo un'applicazione della teoria

759 *L'Homme*, II, 16, “*Belle comparaison prise des machines artificielles*”, AT XI, pp. 131-132.

760 R. Descartes, *La Description du corps humain*, I, I, 2, “*D'où vient qu'on a de coutume d'attribuer ces fonctions à l'âme*”, AT XI, p. 224.

delle immagini alla scienza metodica.

A ciò, aggiunge Descartes, «ha contribuito anche molto l'ignoranza dell'Anatomia e delle Meccaniche: infatti, non considerando nient'altro se non l'esterno del corpo umano, noi non abbiamo affatto immaginato che esso avesse in sé a sufficienza organi o ingranaggi, per muoversi da se stesso nelle tante diverse maniere in cui vediamo che esso si muove»⁷⁶¹.

Implicita nella teoria meccanicista de *L'Homme*, ed esplicitata nella *Description du corps humain*, la distinzione tra anima e corpo porta ad ammettere una separazione di funzioni: l'anima pensa ed è immateriale, mentre i movimenti del corpo sono puri movimenti meccanici. Infatti, aggiunge Descartes, «quando un corpo ha tutti i suoi organi disposti a qualche movimento, non ha bisogno dell'anima per produrlo»⁷⁶². Come per un automa le funzioni principali del corpo umano sono esercitate in conseguenza di una specifica disposizione delle parti interne che il modello riproduce.

La *Description du corps humain*, ritrovato tra le carte e classificato nell'*Inventario di Stoccolma* sotto la lettera G, un fascicolo di sei fogli a cui «sono stati aggiunti dieci o dodici fogli [...] che trattano dello stesso argomento, ma senza che sia visibile il legame con i precedenti»⁷⁶³, pubblicato postumo nel 1664 sotto il titolo di *Traité de la Formation du Fœtus*, la cui redazione è successiva alla pubblicazione dei *Principia philosophiæ*, e probabilmente può essere datata tra il 1647 e il 1648⁷⁶⁴, rappresenta un'evoluzione ultima del pensiero di Descartes sullo studio degli animali e dell'uomo. Allo studio delle funzioni che ne *L'Homme* è preciso, Descartes voleva aggiungere uno studio della formazione dell'animale, vero completamento della conoscenza in quanto

761 *Ibid.*

762 *Ibid.*, I, 4, “*Autre raison qui prouve la même chose*”, AT XI, p. 225.

763 *Inventaire succinct des écrits qui se sont trouvés dans les coffres de M. Descartes après son décès à Stockhol en Février 1650*, AT X, pp. 10-11.

764 Sembra decisivo, in proposito, quanto riportato nella lettera a Elisabetta del 31 gennaio 1648, «ho ora per le mani – scrive Descartes – un altro scritto che spero possa essere più gradito a Vostra Altezza; si tratta della descrizione delle funzioni dell'animale e dell'uomo» (Descartes a Elisabetta, Egmond-Binnen, 31 gennaio 1648, AT V, p. 112). O confermata ancora ad un ignoto in un'epistola databile tra il 1648 e il 1649, in cui scrive di avere una descrizione «migliore» (Descartes a X***, 1648-1649, AT V, p. 261). O come riporta Burman, si potrebbe trattare di quel «trattato sull'animale al quale ha [Descartes] lavorato durante l'inverno» (*Colloquio con Burman*, AT V, p. 170).

rende possibile stabilire la costruzione delle parti del corpo dalla loro formazione. Dopo anni di ricerche, di cui la corrispondenza ci offre alcune testimonianze, Descartes aveva «perso la speranza di trovare le cause della sua formazione; ma meditandoci sopra, ho scoperto – scrive – così tanti nuovi orizzonti che quasi non dubito di poter portare a compimento tutta la fisica, come desidero, se potrò avere l'opportunità e la comodità di fare alcune esperienze»⁷⁶⁵. La *Description*, così, contiene gli sviluppi ultimi della scienza cartesiana, elaborati anche negli *Anatomica*, un vero e proprio diario di laboratorio di pensieri sparsi e risalenti a periodi diversi, e aggiunge alla spiegazione delle funzioni del corpo animale la sua formazione.

Lo studio meccanico del corpo umano è portato a compimento secondo il criterio del metodo: la complicazione che questo ambito indica, quindi, può essere riunificata attraverso la legalità metodica. Il *Discours* ne aveva già mostrato la possibilità, in quella quinta parte in cui aveva ricostruito la catena delle verità dedotte sulle cose materiali e contenute nei due trattati non pubblicati, *Le Monde* e *L'Homme*, qui infatti, riuniva i risultati dallo studio della fisica ai corpi terrestri, uomo incluso. Seguendo le leggi di Dio, infatti, Descartes diceva di aver ricostruito la fisica terrestre nella sua completezza, poiché non solo «la maggior parte della materia [...] doveva disporsi e sistemarsi in una certa maniera»⁷⁶⁶, componendo le parti del cielo e della terra, ma mostrava anche come si disponevano le cose sulla terra, passando dallo studio dei minerali, dei sali e delle piante, fino a quello dei corpi viventi, gli animali e l'uomo: «dalla descrizione dei corpi inanimati e delle piante, sono passato a quella degli animali e in particolare a quella degli uomini»⁷⁶⁷. Se ne *L'Homme* dava una ricostruzione sintetica delle parti del corpo, nel *Discours* Descartes si limitava a fornire una descrizione del movimento del cuore, centro del funzionamento meccanico della macchina, esempio del metodo applicato alla fisiologia. Occorre «prendersi la pena [...] di farsi tagliare sotto gli occhi il cuore di qualche grande animale che abbia dei polmoni – scrive –, in quanto è in tutto assai

765 Descartes a X*** (1648-1649), AT V, p. 261.

766 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 43.

767 *Ibid.*, p. 45.

simile a quello dell'uomo»⁷⁶⁸: al fine di studiarne meglio il meccanismo è necessario applicarsi direttamente allo studio anatomico.

La corrispondenza testimonia lo studio fisiologico ricondotto all'anatomia e eguagliato agli studi di chimica: «non è un crimine interessarsi d'anatomia – scrive a Mersenne nel 1639, raccontando dei propri studi e giustificando una pratica anatomica probabilmente mal vista –; e c'è stato un inverno a Amsterdam, in cui andavo quasi ogni giorno a casa di un macellaio per vedere ammazzare le bestie, e di là facevo portare nel mio alloggio le parti che volevo anatomizzare con più comodo; cosa che ho fatto in seguito parecchie volte in tutte le località nelle quali sono stato, e ritengo che nessun uomo d'intelletto possa rimproverarmene»⁷⁶⁹. D'altra parte è così che lo troviamo con Plemp, che in una testimonianza del 21 dicembre 1652 ricorda di aver trovato Descartes come Ippocrate trovò Democrito, immerso nell'esame delle parti animali⁷⁷⁰.

La tecnica modellistica riduce una struttura inesplicabile ad un meccanismo ordinato. L'esempio cartesiano è la statua di Tantalo, citata nelle *Regulae*, oggetto di inganno che la ragione metodica smonta nelle sue parti e svela nella sua difficoltà: come nel mito il re greco non poteva cibarsi né bere, così nell'automa a cui Descartes fa riferimento «non appena l'acqua arrivava alle infelici labbra, subito scorreva via tutta». L'inganno consiste nel limitarsi a ritenere «a prima vista, che tutta l'abilità risultasse nel costruire una tale immagine di Tantalo», tuttavia, questo «non determina in nessun modo la questione, ma semplicemente la accompagna». Non è nell'automa la causa della scomparsa dell'acqua, secondo una falsa impressione di finalità, che ricostruisce disordinatamente la catena causale, bensì nella costruzione del vaso: «tutta la difficoltà consiste semplicemente in questo, e cioè che cerchiamo come si debba costruire un

768 *Ibid.*, p. 46.

769 Descartes a Mersenne (13 novembre 1639), AT II, p. 621.

770 Cfr. Plemp ai Dottori dell'Università di Lovanio, 21 dicembre 1652, «offendi semper hominem libros nec legentem, neque habentem [...]; aliquando etiam animalia secantem, perinde uti Hippocrates circa Abdoram reperit Democritum», in *Fundamenta medicinae ad scholae acrobologiam aptata*, Lovanii, 1654, Editio tertia. Riportata in francese da G. Cohen, *Écrivains français en Hollande dans la première moitié du XVII^e siècle*, Slatkine, Genève, 1976, p. 468.

vaso, in maniera tale che tutta l'acqua ne scorra via non appena sia giunta ad una certa altezza»⁷⁷¹. Similmente accade per l'automa, che viene ridotto da paradigma della meraviglia a modello fisiologico attraverso l'ordine intellettuale.

La quinta parte del *Discours* ripropone questa eguaglianza del corpo umano alla macchina: «in base alle regole della meccanica, che sono le stesse della natura»⁷⁷² Descartes ricostruiva gli studi fisiologici compiuti. Inoltre, vi aggiungeva un confronto tra gli automi, o macchine semoventi, e gli animali: coloro che fanno quanto i «diversi automi o macchine moventi possono essere prodotti dall'industria degli uomini con l'impiego di pochissimi pezzi [*pièces*], in confronto alla grande moltitudine di ossa, di muscoli, di nervi, di arterie, di vene e di tutte le altre parti che sono nel corpo di ciascun animale, allora considereranno questo corpo come una macchina, la quale, essendo fatta dalle mani di Dio, è incomparabilmente meglio ordinata, e ha in sé dei movimenti più ammirabili di tutte quelle che possono essere inventate dagli uomini»⁷⁷³.

1.B. L'animale-macchina

Il riferimento ai modelli analogici quale ipotesi esplicativa, pertanto, nel *Discours* si incontra con la teoria degli animali-macchina, in cui la riduzione dell'animato all'inanimato trovava un'esplicazione completa. L'automa cartesiano, «macchina filosofica e schema euristico della normalità dei movimenti del corpo umano e della ripetitività delle sue funzioni»⁷⁷⁴, è il modello interpretativo intellegibile del corpo

771 *Ibid.*, XIII, AT X, p. 436.

772 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 54. In un passaggio di una lettera a Debeaune dell'aprile 1639, Descartes scriverà che «tutta la mia fisica non è altro che meccanica» (Descartes a Debeaune, 30 aprile 1639, AT II, p. 542), mentre un anno prima, a Mersenne aveva scritto che la sua fisica non era altro che geometria: «ho solo deciso, però, di abbandonare la geometria astratta, cioè a dire l'indagine dei problemi che non servono che a esercitare la mente. E ciò allo scopo di avere tanto più agio per coltivare un altro genere di geometria, quella che si propone come problema la spiegazione dei fenomeni della natura [...] quello che ho scritto del sale, della neve, dell'arcobaleno ecc, [...] mostrerà] che tutta la mia Fisica non è altro che Geometria» (Descartes a Mersenne, 27 luglio 1638, AT II, p. 268); si consideri anche la lettera del 12 settembre 1638, «vi prego di non aspettarvi altro da me in geometria. Sapete, infatti, che già da molto tempo dichiaro di non volermici più esercitare» (Descartes a Mersenne, 12 settembre 1638, AT II, p. 361).

773 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, pp. 55-56.

774 M. Spallanzani, *Descartes e il "paradosso" degli Animali-Macchina*, in *Bruniana&Campanelliana*,

umano, che permette, finalmente, di ricondurre all'ordine e alla certezza della ragione il disordine di una fisiologia collegata a teorie tradizionali incerte e a scienze mediche erronee. Il modello macchina, così, non è solo una riduzione fisiologica dell'animato all'inanimato, in quella distruzione della logica delle tre anime della tradizione, ma è anche una ricostruzione dell'essere vivente sotto l'ordine meccanico.

L'animale è chiamato in causa da Descartes quale modello di studio, utile a mostrare la correttezza del sistema automatico. come gli automi che sono composti di pochi pezzi sono capaci di movimenti complessi, scrive Descartes nel brano citato, così il corpo animale, benché sofisticato e meglio ordinato dal suo creatore, può essere spiegato a partire dal paradigma meccanicistico. Se si costruissero «macchine tali da avere gli organi e la forma di una scimmia o di qualche altro animale privo di ragione, noi non avremmo alcun modo per riconoscere che esse non siano in tutto della stessa natura di questi animali»⁷⁷⁵. Famosa tesi dell'*animal-machine*, queste righe contengono i capisaldi da cui si svilupperà un filone teorico che investe tutta la modernità⁷⁷⁶; l'intento di Descartes, attraverso questa tesi, è di denuncia dell'illusorietà delle teorie tradizionali delle anime e delle forme sostanziali e di risposta implicita allo scetticismo di Montaigne: l'animalità è confinata al meccanicismo che scava un solco tra l'animale e l'uomo. Quest'ultimo ha un corpo simile a quello degli automi, ma anche allorquando una macchina imitasse «le nostre azioni quanto fosse moralmente possibile, noi avremmo sempre due mezzi assai certi per riconoscere che [...] non è un vero uomo»: il linguaggio e la conoscenza razionale.

L'opposizione a Montaigne è importante. Contro Montaigne, autore di una «dura

vol. XVII, 2011, n° 1, pp. 185-195: p. 191.

⁷⁷⁵ *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 56.

⁷⁷⁶ È Pierre Bayle a individuare i due filoni teorici, le opinioni estreme che avrebbero fondato il dibattito attorno alla natura degli animali e a esplicitarli nell'articolo *Pereira* e nell'articolo *Rorarius*: oltre all'accumulazione scettica che ispira queste pagine, esse sono luogo determinante «di fondazione teorica del problema [...]; e pagine importanti di fondazione storica che [...] sanno convocare i veri protagonisti del dibattito»: Montaigne e Descartes (M. Spallanzani, *Descartes e il "paradosso" degli animali-macchina*, cit., p. 186), facendo delle loro "teorie" gli eponimi dello scontro moderno. Per il filone cartesiano, si veda, tra gli altri, Th. Verbeek, *L'homme machine. Descartes, Boerhaave, La Mettrie*, in *Machina*, XI Colloquio Internazionale, Roma, 8-10 gennaio 2004, a cura di M. Veneziani, Firenze, Olschki, 2005, pp. 447-459.

critica dell'orgoglio della ragione che arriva a investire e a scuotere l'ontologia dei generi e delle specie, e narratore disincantato delle situazioni concrete di un'antropologia della finitudine»⁷⁷⁷, Descartes oppone una distinzione sostanziale tra animali e l'uomo.

Montaigne, infatti, nei suoi *Essais* si era limitato a vivere le qualità dell'uomo, è incerto riguardo ad ogni possibilità scientifica. Attorno a questo scenario scettico ricostruiva un vero e proprio bestiario, convinto che l'uomo potesse imparare dall'imitazione della perfezione animale ad accettare la propria condizione. *L'Apologia di Raimond Sebond* è l'apice di questo percorso, là dove la ragione sprofondava in una crisi nelle aporie della propria condizione, è l'animale a diventare portavoce, attraverso «diversi registri argomentativi ed ermeneutici»⁷⁷⁸, di quell'esemplarità necessaria all'uomo per riscoprire se stesso. Montaigne sciorinava una lunga lista di comportamenti animali “razionali”, negando quella presunta superiorità attraverso esempi della raffinatezza animale con cui richiamava l'uomo ai limiti della sua condizione.

Gli esempi non mancano, su tutti è evidente il ragionamento del cane descritto da Crisippo, che per trovare la strada percorsa dal suo padrone si fa forza di una conclusione e di un «ragionamento». «Non si serve più del suo odorato [...], né fiuta più [la strada], ma si lascia trasportare dalla forza della ragione. Questo tratto puramente dialettico – aggiunge Montaigne in un esame epistemologico puntuale – e quest'uso di proposizioni divise e congiunte e dell'abile enumerazione delle parti vale tanto che il cane lo sappia da sé»⁷⁷⁹; il ragionamento dell'esempio animale, che segue il sillogismo induttivo, consente al perigordino di attribuire al ragionamento intellettuale la stessa precisione dell'istinto animale. Oltre all'intelligenza induttiva, vi è il buon senso dei pappagalli che imparano a parlare attraverso le parole che insegniamo loro, il

777 M. Spallanzani, *Descartes e il “paradosso” degli Animali-Macchina*, in *Bruniana&Campanelliana*, vol. XVII, 2011, n° 1, pp. 185-195: p. 188.

778 N. Panichi, *La vendetta di Circe. Montaigne, gli animali e l'«l'ordre de nature»*, in *Bruniana&Campanelliana*, XVII, 2011, n° 1, pp. 117-128, p. 118.

779 M. de Montaigne, *Essais*, II, 12, *Apologie de Raimond Sebond*, in *Essais de Michel de Montaigne*, ed. prés. E. Naya, D. Reguig-Naya, A. Tarrête, Paris, Gallimard, 2009, vol. II, p. 195; trad. it. Id., *Saggi*, a cura di F. Garavini, Milano, Adelphi, 2007⁴, vol. I, p. 600.

ragionamento non inventivo della volpe utilizzata dagli «abitanti della Tracia quando vogliono attraversare sul ghiaccio qualche fiume gelato [...], non avremmo forse ragione di ritenere che le passi per la testa lo stesso ragionamento che passerebbe per la nostra, e che è un'argomentazione e una conseguenza tratta dal buon senso naturale: quello che fa rumore si muove; quello che si muove non è gelato; quello che non è gelato è liquido, e quello che è liquido cede sotto il peso?»⁷⁸⁰, accordando, ancora una volta al comportamento animale un ragionamento conclusivo affine al sillogismo aristotelico e proprio dell'intelligenza umana. La *miseria hominis* trova, quindi, negli animali la chiave di volta fondamentale per ricominciare il proprio percorso verso se stessi. Ammettendo l'appartenenza di uomini e animali allo stesso ordine naturale, Montaigne rendeva vana sia l'esigenza di innalzarsi, nell'illusione di essere come Dio, sia l'abbassamento del ritenersi figli di una natura matrigna⁷⁸¹. Nel ripercorrere quell'itinerario scettico della miseria di una ragione ormai priva di quella forza straordinaria che le tradizioni di pensiero le avevano attribuito, tuttavia, si intravede finalmente una luce in fondo al tunnel, nella possibilità di ricostruzione di una vera *dignitas hominis*, questa volta reale e concreta, nell'orizzonte dell'animalità, a cui faranno buon gioco le analogie tra gli animali e i cannibali, esempio di un'umanità più pura⁷⁸² e di una razionalità ben diversa da quella da noi deputata a una conoscenza scientifica difficile, se non impossibile, secondo Montaigne, perché troppo strettamente collegata ad un'esistenza umana mobile e incostante⁷⁸³. Tutti hanno la stessa sorte sulla

780 *Ibid.*, pp. 190-191; trad. it. p. 596.

781 Cfr. M. de Montaigne, *Essais*, II, 12, *Apologie de Raimond Sebond*, in *Essais de Michel de Montaigne*, cit., vol. II, p. 184 e ss., «vraiment à ce compte nous aurions bien raison de l'appeler une très injuste marâtre. Mais il n'en est rien [...]. Nature a embrassé universellement tous ses créatures, et n'en est aucune, qu'elle n'ait bien pleinement fourni de tous moyens nécessaires à la conservation de son être».

782 Cfr. Montaigne, *Essais*, I, 31, *Des cannibales*, cit., vol. I, pp. 397-398, «Ces nations me semblent donc ainsi barbares, pour avoir reçu fort peu de façon, de l'esprit humain, et être encore fort voisines de leur naïveté originelle [...] mais c'est en telle pureté, qu'il me prend quelquefois déplaisir, de quoi la connaissance n'en soit venue plus tôt, du temps qu'il y avait des hommes qui en eussent su mieux juger que nous»; p. 404, «nous les pouvons don bien appeler barbares, eu égard aux règles de la raison, mais non pas eu égard à nous, qui les surpasson en toute sorte de barbarie».

783 Cfr. Montaigne, *Essais*, II, 12, *Apologie de Raimond Sebond*, cit., p. 395, «et nous, et notre jugement, et toutes choses mortelles, vont coulant et roulant sans cesse: Ainsi il ne se peut établir rien de

Terra, afferma con la parole del Qoelet, a cui contrappone la presunzione di sapere⁷⁸⁴, coacervo di malanni connessi e conseguenza delle nostre facoltà intellettuali ritenute erroneamente superiori a quelle animali, vera peste dell'uomo: ritenersi superiori all'animale, infatti, non produce che una condizione disumana.

Descartes è un fondatore di una teoria opposta. E se Montaigne era giunto all'eguaglianza dell'”animalumano” partendo da un duplice dubbio, «come può egli conoscere, con la forza della sua intelligenza, i moti interni e segreti degli animali? Da quale confronto fra essi e noi deduce quella bestialità che attribuisce loro?»⁷⁸⁵, Descartes riparte da quei medesimi quesiti ma con direzione opposta, individuando una serie di risposte all'itinerario scettico del perigordino. Il riferimento a quest'ultimo è implicito nel *Discours*, in cui l'esperienza ordinaria è sottoposta all'ordine meccanico del metodo, e diventa esplicito nella lettera al Marchese di Newcastle del 21 novembre 1646: «per quanto riguarda l'intellezione o il pensiero che Montaigne e altri attribuiscono alle bestie, non posso essere del loro stesso avviso. Non che mi fermi a quel che si dice, che cioè gli uomini hanno un dominio assoluto su tutti gli altri animali; riconosco infatti che ve ne sono di più forti di noi, e credo sia possibile che ve ne siano anche alcuni dotati per natura di astuzie in grado di ingannare anche gli uomini più furbi»⁷⁸⁶. Ma, aggiunge, «all'infuori delle parole, o di altri segni compiuti a proposito degli oggetti che si presentano, non riferibili ad alcuna passione, non c'è nessuna nostra azione esterna che possa rendere certo chi la consideri che il nostro corpo non è soltanto una macchina che si muove da sé, ma che in esso vi sia anche un'anima che ha dei pensieri»⁷⁸⁷. È la ragione a rendere plausibile il modello meccanico e ad applicarlo alla conoscenza.

Il rovesciamento di Montaigne si completa nella rilettura metodica degli esempi di quest'ultimo: il linguaggio, l'intelligenza animale e la perfezione delle loro azioni sono

certain de l'un à l'autre, et le jugeant, et le jugé, étant en continuelle mutation et branle».

784 Cfr. Montaigne, *Essais*, II, 12, *Apologie de Raimond Sebond*, cit., p. 233, «la peste de l'homme c'est l'opinion de savoir. Voilà pourquoi l'ignorance nous est tant recommandée par notre religion, comme pièce propre à la créance et à l'obéissance. *Cavete ne quis vos decipiat per philosophiam [et] inanes seductiones seundum elementa mundi*».

785 Montaigne, *Essais*, II, 12, *Apologie de Raimond Sebond*, cit., vol. II, p. 178; trad. it., vol. I, p. 584.

786 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 573.

787 Ibid., p. 574.

ricondotte all'ordine della ragione. La ragione tecnica, criterio di comprensione della realtà, permette di studiare questi tre criteri, indicando che la perfezione delle azioni animali si ha solo «in quelle azioni che non sono guidate dal pensiero»⁷⁸⁸, in quanto dipendono più dalla disposizione degli organi che non dalla conoscenza. Prova di questo è la limitatezza delle capacità animali, abilissimi nel compiere gesti istintuali, a confronto con la varietà delle capacità umane dovute all'applicazione della ragione. La superiorità dell'uomo che Montaigne non ammetteva risiede in questa sostanza, la *res cogitans*, capace di azioni finalizzate e di linguaggio sensato. Le azioni umane da un lato, contro “l'intelligenza” meccanica degli animali: «non mi attardo – scriverà a More nel 1649, riprendendo alcuni luoghi montaignani – sulle astuzie e sulla sagacia dei cani e delle volpi, né su alcun'altra azione che i bruti compiono per fame, bisogno sessuale o paura. Vi confesso, infatti, di poter spiegare facilmente tutto ciò come prodotto della sola conformazione delle membra»⁷⁸⁹, là dove anche molte azioni umane sono dovute alla semplice disposizione degli organi: «capita sovente, infatti, di camminare o di mangiare senza pensare in alcun modo a quello che facciamo, ed è a tal punto senza il minimo ricorso alla ragione che respingiamo le cose che ci sono nocive o pariamo i colpi che ci sono inferti [...]. Sono anche del parere che mangeremmo come le bestie, senza averlo imparato, se non avessimo alcun pensiero»⁷⁹⁰.

Il linguaggio, dall'altro lato, assente negli animali, incapaci di comunicare un senso, è la cartina di tornasole della ragione umana. Si può costruire una macchina che ripeta alcune parole, che ne proferisca altre in risposta a parole o azioni, ma non si può fare in modo che essa disponga diversamente le parole per rispondere al senso di tutto quel che

788 Ibid., p. 573.

789 Descartes a More (Egmond-Binnen, 5 febbraio 1649), AT V, p. 276.

790 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 573. Il “mistero” della prima educazione interessa Descartes e Montaigne, mentre il primo, però, ritiene che certe azioni di cui ci meravigliamo dipendano più dalla disposizione degli organi che non dalla conoscenza razionale e che quest'ultima ordina e raffina le capacità degli uomini, il secondo vi riconosce una naturalità che accomuna l'intelligenza animale a quella umana: «io credo che un fanciullo che fosse stato allevato in piena solitudine, lontano da ogni rapporto umano (e sarebbe un esperimento difficile a farsi), avrebbe qualche specie di linguaggio per esprimere i suoi pensieri» (M. Montaigne, *Saggi*, II, 12, cit., p. 593).

si dirà in sua presenza, come anche gli uomini più stupidi possono fare»⁷⁹¹. Come negli animali ogni parola e ogni atteggiamento è legato ad un addomesticamento, e quindi «alla speranza di mangiare»⁷⁹² per esempio, viceversa non c'è uomo per quanto sia stupido o folle «che non sia capace di mettere insieme diverse parole e comporre un discorso mediante cui far intendere i [propri] pensieri»⁷⁹³.

Nell'opera del 1637 l'interesse di Descartes non è tanto quello di dimostrare che gli animali sono automi privi di sensazioni e di pensiero, corollario della sua teoria generale del corpo macchina, bensì che il meccanismo del corpo animale e umano è una teoria vera e feconda di applicazioni. La presa di distanza dalle teorie del passato è totale: queste pretendevano che gli animali avessero un'anima sensitiva, o addirittura attribuivano agli animali una perfezione intellettuale. Se dal lato del corpo vi sono delle analogie tra animali e uomini, dal lato del pensiero c'è un abisso tra i due, «non solo le bestie hanno meno ragione degli uomini, ma non ne hanno per niente»⁷⁹⁴. Controesempio empirico, la teoria degli animali-macchina mostra la capacità tecnica di trovare un'unità nel modello meccanico dei corpi, più una dottrina metafisica che non uno studio scientifico completo e a sé stante⁷⁹⁵: si tratta di un argomento differenziale in difesa dei diritti della ragione, dell'immortalità dell'anima contro la psicologia materialista dei libertini, non un sistema compiuto.

Tuttavia nel *Discours* queste considerazioni non vengono ulteriormente sviluppate; ma lungi dall'individuare un Descartes «oscillante e incerto»⁷⁹⁶, a mio avviso occorre cogliere la ragione all'opera: Descartes non intende dimostrare che gli animali sono automi, bensì presenta l'unità meccanica dei corpi, non mera costruzione fittizia, ma

791 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, pp. 56-57.

792 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 575.

793 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 57.

794 *Ibid.*, p. 58. Per queste tematiche e per la problematica del dualismo ad esse connessa, si veda G. Rodis-Lewis, «Le dualisme platonisant au début du XVIIe siècle et la révolution cartésienne», in Id., *L'anthropologie cartésienne*, Paris, PUF, 1990, pp. 127-148.

795 Cfr. K. Morris, *Bêtes-machines*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, London and New York, Routledge, 2000, pp. 401-419.

796 M. T. Marcialis, *Sensibilità e automatismo negli animali-macchina cartesiani*, in *Rivista di storia della filosofia*, 4, 2011, pp. 603-631: p. 609.

vera teoria scientifica di spiegazione. La presa di distanza dalle teorie del passato⁷⁹⁷ è totale, queste pretendevano che gli animali fossero un uomo meno sviluppato o negavano confusamente l'utilità della ragione umana a favore dell'istinto animale.

Ritorrerà su questi temi nella corrispondenza degli anni successivi, testimone della persistenza di tali interessi e di una lettura meno rigida dell'animale-macchina. La teoria degli animali, utilizzata nel *Discours* come esempio meccanico, si apre ad un'indagine futura ancora da compiere. Non si configura nell'opera di Descartes secondo i principi di una teoria assolutamente certa, secondo la stilizzazione storiografica tradizionale, accreditata più dalle dottrine dei cartesiani che dal pensiero di Descartes. Il *Discours*, infatti, descrive i risultati dell'operatività metodica.

Questo tema susciterà ampia discussione. Descartes vi ritorna nella lettera a Pollot circa l'esistenza di «una sorta di linguaggio» animale con cui essi fanno intendere le proprie affezioni: «attraverso parecchi segni mostrano collera, timore, amore, dispiacere d'aver fatto male – gli scrive l'erudito italiano per il tramite di Reneri –. Ciò è testimoniato da ciò che si legge di alcuni cavalli, i quali, utilizzati per montare le loro madri senza conoscerle, si precipitavano in dirupi dopo averle riconosciute [...], è evidente che gli animali eseguono le loro operazioni per un principio più alto della

797 Se è vero che vi sia una negazione delle forme sostanziali della scolastica e la costruzione di un mondo inerte, la rivoluzione così come Descartes l'immaginava non avrà luogo, secondo le parole di D. Garber, perché Froidmont, «se hâta de placer Descartes dans une catégorie familière et de l'associer aux rénovateurs de l'atomisme des Anciens qu'il connaissait si bien [...] Descartes est doublement dénué d'originalité; [...] parce que ses théories ne font que reprendre d'autres théories plus anciennes d'Aristote [...]. D'autre part, Descartes n'innovait en rien puisque d'autres avant lui avaient déjà imprudemment fait revivre ce qu'il présentait» (D. Garber, *Descartes, les Aristotéliens et la révolution qui n'eut pas lieu en 1637*, in *Problématique et réception du Discours de la Méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, Vrin, 1988, pp. 199-212: p. 205). Avversario nel dibattito sulla natura degli animali, infatti, sono la scolastica, il libertinismo accresciutosi su Montaigne e lo scetticismo fondatosi su Sesto Empirico; proprio per questo fronte così ampio, nel rifiuto delle concezioni del passato, Descartes predilige il tentativo di dimostrare che la sua fisica è la risorsa per risolvere le aporie sollevate da quelle culture. L'unità della fisica cartesiana, dunque, è garantita anche se, come è evidente, più per la certezza del funzionamento del metodo, che non per l'espressione di una teoria compiuta sugli animali. L'attività metodica, infatti, si apre come prospettiva di conoscenza futura.

Si veda, T. Gontier, *De l'homme à l'animal. Montaigne et Descartes ou les paradoxes de la philosophie moderne sur la nature des animaux*, Paris, Vrin, 1998, pp. 184-196, “L'enjeu du paradoxe: Descartes contre Montaigne”.

necessità derivante dalla disposizione dei loro organi, ossia per un istinto che non si troverà mai in una macchina o in un orologio, i quali non hanno né passioni, né affezioni come gli animali»⁷⁹⁸. La risposta è interessante, perché indica una metodologia scientifica: da un lato nega la somiglianza tra le azioni animali e quelle umane, accumulate nelle storie che si narrano e nelle esperienze infantili, poiché credere a “ciò che si dice” non è un corretto uso della ragione vera: «coloro che vogliono conoscere la verità, devono soprattutto diffidare delle opinioni da cui sono prevenuti sin dall'infanzia»⁷⁹⁹ e dagli altri pregiudizi ereditati. Dall'altro lato è necessario uno studio più approfondito che, però, non può tenere conto di un fondamento metodico: «non vi è dubbio che tale uomo – scrive Descartes – vedendo gli animali che sono tra noi, e rilevando nelle loro azioni quelle due cose che le rendono diverse dalle nostre [...], giudicherebbe che non vi è in essi alcun sentimento, né alcuna vera passione come in noi»⁸⁰⁰.

Il modello meccanico è il fondamento da cui occorre partire, in uno studio necessario delle caratteristiche animali. Dopo i rilievi degli obiettori delle *Meditationes*⁸⁰¹, infatti,

798 Pollot a Reneri per Descartes (L'Aia, febbraio 1638), AT I, p. 514.

799 Descartes a Reneri per Pollot (aprile o maggio 1638), AT II, p. 39.

800 Ibid., p. 41.

801 Si vedano le *Quinte obiezioni*, in cui Gassendi afferma la presenza di un principio conoscente anche nei bruti e obietta che Descartes non abbia compiuto alcuna dimostrazione, né portato alcun criterio per spiegare quella differenza in maniera definitiva – «e sia: ma nei bruti ci sono nervi, ci sono spiriti, c'è il cervello, e nel cervello c'è un principio conoscente che, allo stesso modo, accoglie quel che gli viene trasmesso attraverso gli spiriti e perfeziona la sensazione. Direte: *quel principio nel cervello dei bruti non è altro che la fantasia, ossia la facoltà immaginatrice*. Ma mostrateci che, nel cervello, voi siete qualcosa di differente dalla fantasia, ossia dall'immaginatrice umana. Vi chiedo appena sopra un criterio con cui voi proviate che siete differente da essa; ma ritengo che non possiate addurlo [...]. Infatti, per quanto chiamate voi stessa a titolo speciale *Mente*, questo può essere il nome di una natura più nobile, ma non per questo diversa» (*Meditationes de prima philosophia, Objectiones quintæ*, AT VII, p. 269).

Nelle risposte Descartes passa al contrattacco – non meritate risposta, gli scrive; «le cose che domandate a proposito dei bruti sono fuori luogo, perché la mente che medita può esperire in sé di pensare, non, però, se anche i bruti pensino o meno» (*Meditationes de prima philosophia, Responsio auctoris ad quintas objectiones*, AT VII, p. 358) – e tuttavia apre ad un'indagine *a posteriori* che non ha ancora compiuto, piccola crepa nell'ordine scientifico, ma non incoerente con l'ordine filosofico che sta sviluppando nelle *Meditationes*, in cui si dimostra la distinzione della mente dal corpo e l'unità che esse hanno nell'uomo; negli altri esseri, infatti, lo studio è più complicato: «questo [la presenza di pensieri] lo investiga dopo, solo *a posteriori*, a partire dalle loro operazioni» (*Ibid.*). La

nelle lettere al Marchese di Newcastle e a More, Descartes risponde con minor rigidità rispetto alla nettezza dell'equiparazione degli animali alle macchine. Al paragone ripetuto che le bestie «agiscono naturalmente o meccanicamente come un orologio, il quale indica l'ora molto meglio di quanto non ce lo insegni il nostro giudizio»⁸⁰², a cui l'aneddotica accorreva in aiuto citando l'esempio delle rondini che «arrivano in primavera», delle api, e «l'ordine che le gru tengono in volo, e quello che osservano le scimmie quando si battono», o l'istinto di seppellire i morti, «benché non li seppelliscano quasi mai: il che mostra che lo fanno per istinto o senza pensarci», tuttavia, si aggiungeva uno spunto di riflessione ulteriore, «poiché gli organi del loro corpo non sono molto diversi dai nostri – aggiungeva Descartes inaspettatamente –, si può congetturare che vi sia qualche pensiero congiunto a tali organi, benché sia molto meno perfetto». Una possibilità morale che si accompagnava a percorsi logici diversi attraverso l'argomento per assurdo delle «ostriche [...] o delle spugne»⁸⁰³, animali troppo imperfetti perché si possa credere che abbiano un'anima immortale tanto quanto la nostra⁸⁰⁴, alla grande e infinita vastità naturale che il metodo non riusciva a raggruppare, all'incertezza cognitiva dell'assolutezza delle dimostrazioni in proposito⁸⁰⁵.

possibilità che gli animali abbiano pensieri che non riescano ad esprimere rimane, Descartes ritiene che non sia propriamente accostabile al pensiero umano; inoltre, non è uno studio così semplice come si può richiederli.

802 Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, 23 novembre 1646), AT IV, p. 575.

803 Ibid., p. 576.

804 In una lettera a Plemp, in risposta all'accusa di aprire la strada all'ateismo poiché con l'aver negato l'esistenza delle anime sostanziali, si palesava il rischio di permettere di «attribuire ad una simile causa – il calore del fieno – anche le operazioni dell'anima razionale e escluderla dal corpo umano, o almeno imbottirci di un'anima materiale invece che di una immateriale» (Fromondus a Plemp per Descartes, Lovanio, 13 settembre 1637, AT I, p. 403), Descartes affermava con le Sacre Scritture che «*le anime dei bruti non sono altro che sangue*; quello, s'intende, che, scaldato dal loro cuore, e affinato in spirito, si diffonde dalle arterie, attraverso il cervello, in tutti i nervi e muscoli [...]. Al contrario, invece, coloro che attribuiscono ai bruti non so quali anime sostanziali diverse dal sangue, dal calore e dagli spiriti, non vedo, anzitutto, cosa possono rispondere al *Levitico*, cap. 17, v. 4 [...]: *perché l'anima d'ogni essere vivente è il suo sangue* [...]. E parimenti al *Deuteronomio*, cap. 12, v. 23, *Astieniti dal mangiare il sangue, perché il loro sangue sta in luogo dell'anima* [...]» (Descartes a Plemp per Fromondus, 3 ottobre 1637, AT I, p. 414).

805 Cfr. Descartes a More (Egmond-Binnen, 5 febbraio 1649), AT V, pp. 276-277, «sebbene io dia per dimostrato che non può provarsi che nei bruti esista alcun ragionamento, però, non per questo ritengo che si possa dimostrare che non ve ne sia nessuno, poiché la mente umana non ne penetra i cuori». In una connessione tra ragione e cuore straordinariamente affascinante. Descartes concede

L'introduzione di argomenti probabili e verosimili indica la precauzione di Descartes: mancano argomenti sufficientemente convincenti per affermare questa teoria. Non regge, infatti, l'inferenza dalla dimensione del possibile a quella del reale, «dal fatto che i comportamenti *possono* essere prodotti meccanicamente, non *segue* che lo *siano*»⁸⁰⁶, per usare le parole di Dan Garber. «I semi dell'incertezza che si spargono nel ragionamento di Descartes non derivano dai dubbi circa la spiegazione meccanicistica del comportamento animale», scrive ancora Garber: anche se «ogni comportamento animale potesse derivare dall'estensione, figura e movimento delle sue parti componenti, da questo non seguirebbe che sarebbe realmente così»⁸⁰⁷, la conoscenza si ferma prima, in mancanza di prove concrete. Il meccanismo animale è un esempio utile per lo studio della struttura del corpo, ma per studiare la complessità animale, il metodo deve confrontarsi con la vastità della natura. In un qualche modo lo scriveva già a conclusione della quinta parte del *Discours*, là dove, pur indicando la differenza sostanziale della *res cogitans*, indicava una via di studio per comprendere

parecchio a tale pensiero, tanto da azzardare quel ragionamento avanzato già al Marchese di Newcastle e qui più compiuto, ma ancora collegato alla possibilità, alla probabilità e alla verosimiglianza, alla certezza morale, non all'evidenza epistemologica; «esaminando, quel che al proposito è massimamente *probabile*, non vedo nessuna ragione a favore del pensiero dei bruti oltre a questa sola: avendo gli occhi, le orecchie, la lingua ed i restanti organi di senso simili ai nostri, è *verosimile* che essi sentano come noi; così, poiché nel nostro modo di sentire è incluso il pensiero, anche ad essi deve essere attribuito un analogo pensiero [...]. Ci sono, però, altre ragioni, molto più numerose e più forti, [...] che ci persuadono senz'altro del contrario [...], che non è tanto probabile che ogni verme, zanzara, bruco ed altro animale sia dotato di un'anima immortale di quanto lo sia che si muova come una macchina» (Ibid., p. 277, corsivi miei).

806 D. Garber, *Descartes' Metaphysical Physics*, Chicago and London, The University of Chicago Press, 1992, p. 116; i corsivi sono nel testo. Quella possibilità appena negata sull'assenza del pensiero, viceversa, è accettata nel caso inverso: rimane, pertanto, assolutamente possibile che vi sia un pensiero benché non espresso attraverso un linguaggio umano.

E già l'aveva fatto, nelle Risposte alle seste obiezioni, sempre limitando il pensiero ad una sfera più limitata di quello umano. «Nel caso si concedesse che *il pensiero non si distingue dal movimento corporeo* – scriveva Descartes –, sosterranno che esso è nei bruti come in noi, dato che riscontrerebbero in essi, come in noi, tutti i movimenti corporei; e che, aggiungendo che *la differenza, che è solo secondo il più ed il meno, non muta l'essenza*, quand'anche dovessero forse ritenere che c'è meno ragione nelle bestie che in noi, concluderanno tuttavia [...] che in loro le menti sono della stessa identica specie che in noi» (*Meditationes de prima philosophia, Responsio ad sextas objectiones*, AT VII, p. 427).

807 D. Garber, *Descartes' Metaphysical Physics*, cit., p. 115.

completamente le funzioni animali: se da un lato non si potrà mai «immaginare che l'anima delle bestie sia della stessa natura che la nostra, [...] invece, se sappiamo come esse si differenziano, è possibile comprendere le ragioni che provano che la nostra sia di una natura interamente indipendente dal corpo»⁸⁰⁸. La complicazione del comportamento animale richiede uno studio ulteriore, per individuare fino in fondo le ragioni di tante azioni, sensazioni e atteggiamenti che la teoria degli animali-macchina fatica a contenere. Vi è uno sviluppo contenuto in queste parole del *Discours*, in cui Descartes apre una discussione sull'anima delle bestie che, però, non riproduca la tripartizione aristotelica, né sia un'equiparazione materialistica⁸⁰⁹. La riduzione meccanica, dunque, si presenta come criterio di studio sia delle funzioni corporee che come fondamento su cui partire per studiare il funzionamento delle sensazioni, dei comportamenti animali e, nell'uomo, del rapporto mente-corpo che sviluppa i pensieri.

Descartes rifiuta la filosofia naturale della scolastica e compie uno studio diverso, che si fonda sul meccanicismo, ma che ha bisogno di esperienze e non di opinioni, di ragioni forti con cui affermare una teoria con evidenza.

808 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 59.

809 Vi è, infatti, una sorta di progresso tra le prime affermazioni riguardo l'anima delle bestie, per esempio in una lettera a Mersenne del 27 maggio 1630, Descartes estende l'anima delle bestie non agli animali particolari, bensì alla natura «complessivamente» (Descartes a Mersenne, Amsterdam, 27 maggio 1630, AT I, p. 154), che si riconduce, a sua volta, ad un meccanismo animale (si veda, in proposito, *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, AT XI, p. 520). Coevi al *Discours*, i frammenti delle *Primæ cogitationes* indicano la presenza di disposizioni del cervello all'origine dei movimenti e degli istinti, che provengono, però, da «vantaggi e svantaggi della natura» (*Ibid.*, p. 519), invece che dalla riflessione del pensiero: sono solo impulsi, quelli che predispongono il movimento animale, o «istinti» adatti a singole cose. Rispondendo a Froidmont, il 3 ottobre 1637, Descartes definirà l'anima delle bestie come materiale e mortale, formata dal sangue (cfr. Descartes a Plempius, 3 ottobre 1637, AT I, p. 414; questa definizione sarà ripresa nella corrispondenza e nelle *Meditationes*, II, AT VII, p. 27). Negli anni successivi, però, rifiuterà di attribuire agli animali la ragione, e là dove Regius conferisce ai bruti una forza vegetativa e sensitiva, egli ritiene che nell'uomo solo la *mens* sia prima (cfr. Descartes a Regius, Endegeest, maggio 1641, AT III, pp. 369-370; e di seguito: «non ammetto che la *forza vegetativa e quella sensitiva* nei bruti meritino il nome di *anima* [*animæ* appellationem], come lo merita la *mente* nell'uomo; ma così si è voluto comunemente, ignorando che i bruti sono privi di *mente*; e perciò, il termine di anima è equivoco rispetto all'uomo e ai bruti»).

§ 2. Una sistemazione tecnica: aneddoti e storie

Il modello meccanico dei corpi, fondamentale nello studio dei minerali, è utile anche nell'esame del corpo animale e umano. Non si limita allo studio della chimica, ma diventa anche anatomia e fisiologia: il modello meccanico, infatti, permette di comprendere la realtà vivente attraverso le leggi della fisica e i criteri dell'estensione e del movimento. La redazione del *Monde* segue un percorso in accrescimento e progresso che testimonia l'ampliamento dell'interesse: Descartes era partito dalla spiegazione delle meteore e pian piano vi aggiunge tutti i fenomeni fisici. In una lettera del maggio 1630, rispondendo a Mersenne sul problema della perfezione delle bestie, egli afferma che «per quanto riguarda le loro anime e le altre forme e qualità, non preoccupatevi di che cosa diventeranno, lo sto spiegando nel mio trattato e spero di farlo intendere così chiaramente che nessuno potrà dubitarne»⁸¹⁰: il suo progetto sta prendendo forma e si sta costruendo ben oltre la pianificazione iniziale, in un'unità completa della fisica.

Dall'aprile al giugno del 1632 assistiamo ai progressi più interessanti nel pensiero cartesiano, testimone la corrispondenza col Minimo. In aprile, infatti, scrive di nutrire «la speranza di imparare di più e di poter aggiungere ancora qualcosa»⁸¹¹ al lavoro compiuto; il riferimento è ai corpi inanimati, oli, acquaviti, acque forti, sali, ma Descartes sta componendo anche un lavoro di fisiologia umana. Nel maggio scrive chiedendo a Mersenne una storia dei fenomeni celesti. Il trattato è detto concluso e si trasferisce a Deventer per completare il lavoro sulla *Diottrica*, come scrive nel giugno; tuttavia, aggiunge a questa lettera qualche riga importante: «è da un mese – dal periodo delle esperienze sui corpi naturali, come avevamo ritenuto – che rifletto se descrivere nel mio *Monde* come avviene la generazione degli animali; alla fine mi sono deciso a

810 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 27 maggio 1630), AT I, p. 154. Qualche riga sopra aveva aggiunto che il tema «della perfezione delle bestie e che cosa divengono le loro anime dopo la morte, non è estraneo al mio argomento» (ibid.), lasciando intendere che anche le bestie abbiano un'anima, benché sia talmente differente da quella dell'uomo da essere necessario l'interrogarsi su che cosa le capiti dopo la morte.

811 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 5 aprile 1632), AT I, p. 243.

non farne niente, poiché ciò mi terrebbe occupato troppo a lungo. Ho concluso tutto quello che avevo progettato di metterci a proposito dei corpi inanimati. Non mi resta altro da fare che aggiungere qualcosa sulla natura dell'uomo»⁸¹². Si tratta certamente di un lavoro di cui non aveva previsto la mole, dato che nel novembre successivo scriverà a Mersenne di aver aggiunto alcune cose rispetto a quello che aveva immaginato all'inizio:

parlerò dell'uomo nel mio *Monde* un po' più di quanto pensassi, poiché mi accingo a spiegare tutte le sue funzioni principali. Ho già scritto quelle che appartengono alla vita, ad esempio la digestione dei cibi, il battito del polso, la distribuzione dell'alimento ecc, e i cinque sensi. Sto sezionando ora le teste di diversi animali per spiegare in che cosa consistano l'immaginazione e la memoria ecc. Ho visto il *De motu cordis* di cui mi avete parlato in altra occasione: sebbene ne abbia preso visione solo dopo aver finito di scrivere su questo argomento, la mia opinione differisce un po' dalla sua.⁸¹³

La completezza dello studio è testimoniata sia dallo sviluppo di esperimenti metodici, dallo studio dell'anatomia⁸¹⁴, sia dal confronto con le opere all'avanguardia, sostiene di aver letto finalmente il *De motu cordis*, di condividere con William Harvey la teoria della circolazione⁸¹⁵, da cui si differenzia per alcuni aspetti.

812 Descartes a Mersenne (Deventer, giugno 1632), AT I, p. 254.

813 Descartes a Mersenne (Deventer, novembre o dicembre 1632), AT I, p. 263.

814 Oltre alle lettere citate, in un'epistola del 20 febbraio 1639, scriverà a Mersenne di aver «considerato non solo ciò che Vesalio e gli altri scrivono dell'Anatomia, ma anche molte cose più particolari di quelle che scrivono, che ho osservato facendo io stesso la dissezione di diversi animali. È un esercizio in cui, da undici anni, mi sono cimentato spesso; e credo non vi sia medico che vi abbia guardato così da vicino come me» (Descartes a Mersenne, 20 febbraio 1639, AT II, p. 525).

815 Vi è un frammento di Descartes molto interessante, che nell'edizione della corrispondenza a cura di G. Belgioioso, è accorpato ad altri frammenti diversi, in una lettera destinata a Mersenne e datata 1635-1636, mentre De Ward ne dà una datazione incerta e il destinatario sconosciuto, in cui Descartes chiede al proprio interlocutore notizie su Harvey: «conoscete per caso un celebre medico di Londra, di nome Harvey, che ha scritto un libro sul movimento del cuore e la circolazione del sangue? Che uomo è? Certo, sul movimento del cuore, non dice niente che già non si trovi in altri, né condivido in tutto le sue idee; sulla circolazione del sangue, però, egli trionfa, ed è a lui che si deve

Non è la somiglianza esteriore a indicare il funzionamento del corpo, come scriverà a Pollot nel 1638⁸¹⁶, ma lo studio meccanico delle parti.

In un frammento che De Waard data attorno alla metà dell'agosto 1630, Descartes risponde a Mersenne su alcune esperienze sulle rane, spiegando un fenomeno curioso e chiarendo alcuni concetti fondamentali della propria fisiologia.

Quel che scrivete delle rane non mi stupisce particolarmente. Il movimento, infatti, si attua grazie agli spiriti, di cui una quantità abbastanza grande esistente nelle cavità del cervello può far sì che esso duri per un po' dopo che il cuore è stato reciso; e nuovi spiriti vi affluiscono dal sangue contenuto nelle arterie. Se, però, si taglia la testa, nessuno spirito può passare nei muscoli, né dalla testa, né dalle arterie, anche se il cuore continua a palpitare; di conseguenza, non persisterà alcun movimento, con l'eccezione di quelli che si producono grazie agli spiriti racchiusi nei muscoli, come si vede nella coda di una lucertola, quando viene mozzata.

Mi sembra, nondimeno, potersi dire a ragione che il cuore è il primo a vivere e l'ultimo a morire: infatti la vita non consiste nel movimento dei muscoli, ma nel calore che si trova nel cuore.⁸¹⁷

Il movimento di un corpo animale anche dopo che sono recisi gli organi vitali suscita grande interesse, per esempio le rane mostrano di un movimento muscolare anche dopo la resezione del cuore o quello del cuore anche dopo la decapitazione, fatto che interroga sulla causa della vita. Descartes riduce la varietà di fenomeni ad un ordine fisiologico preciso che ha per principio il cuore, in quanto centro di un calore che aziona, attraverso la circolazione sanguigna, i muscoli e le altre parti del corpo, e conferisce al cervello il ruolo di centro nervoso degli spiriti animali che da esso si

l'onore di essere lo scopritore» (Descartes a X***, AT IV, pp. 699-700).

816 Descartes a Renieri per Pollot (aprile o maggio 1638), AT II, p. 41: non si «fonda solo sulla somiglianza – scrive a Pollot – che vi è tra qualche azione esterna degli animali e le nostre, la quale non è per nulla sufficiente per stabilire se vi sia somiglianza anche tra le azioni interiori».

817 Descartes a Mersenne (metà agosto 1630), AT IV, p. 686; in *CM*, II, p. 603.

muovono per azionare i muscoli. Descartes utilizza ancora il termine della tradizione medica “spiriti animali”, ma sta costruendo una teoria assolutamente originale. La concezione della circolazione del sangue è già esposta in questo frammento del 1630 e svolge un ruolo decisivo assieme al sistema nervoso: attraverso il calore del primo si azionano gli spiriti del cervello che permettono i movimenti di tutta la macchina. Tanto che dieci anni dopo, di fronte ad un esperimento compiuto su un'anguilla, si ritrova una spiegazione molto simile⁸¹⁸. La curiosità è ridotta ad un ordine di ragioni preciso.

Il primato delle leggi naturali è stabilito fin da subito anche in ambito fisiologico: la meccanica vale anche nel movimento delle rane, senza affidarsi alla presenza di anime o di altri principi vitali. Gli istinti animali sono un impulso, come annota nelle *Primæ cogitationes circa generationem animalium*⁸¹⁹, che guidano le perfette azioni degli animali. La loro natura è tutta meccanica e non si deve inventare, per conoscerla, un'intelligenza animistica: gli istinti, infatti, si formano «nell'utero [... in cui] sono esposti a certe [situazioni ...] mediante cui sono addestrati a certi movimenti; in seguito, tutte le volte che capita loro qualcosa di simile, essi eseguono ancora quegli stessi movimenti»⁸²⁰. Si tratta di capacità innate che secondo Descartes provengono dalla

818 Si veda la lettera a Regius del novembre 1641; in essa Descartes riporta la spiegazione di un esperimento compiuto sulle parti di anguilla che continuano a muoversi anche dopo essere state recise: «la causa che fa muovere le parti di anguilla che sono state tagliate non è diversa da quella che fa pulsare la punta del cuore pure tagliata o da quella che, in un luogo caldo e umido, fa contrarre come vermi le corde di cetra tagliate in piccole parti, sebbene questo movimento sia detto artificiale ed il primo animale; in tutti questi esempi la causa è la disposizione delle parti solide ed il movimento degli spiriti, ossi delle parti fluide che permeano le solide» (Descartes a Regius, Endegeest, novembre 1641, AT III, p. 445).

819 Cfr. *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, AT XI, p. 519. Questo frammento risale, secondo Aucante, al 1637.

820 *Ibid.*, AT XI, p. 520. Frammento datato 1630-1632. Si veda la quinta appendice, *L'âme des bêtes*, in V. Aucante (éd. établie, *Descartes. Écrits physiologiques et médicaux*, cit., pp. 239-243. Sul tema dell'innatismo, inoltre, Descartes distinguerà tra le cause innate e quelle avventizie: come vi sono idee innate, così vi sono istinti che appartengono a noi senza che li abbiamo costruiti e, in tal senso, appartengono al corpo; altrettanto, vi sono delle malattie congenite in noi, come scriverà a Regius nel 1647: «per distinguere le idee [...] dalle avventizie o fattizie, le ho chiamate innate, nello stesso senso in cui diciamo che la generosità è innata in certe famiglie ed in altre invece le malattie, come la gotta e i calcoli [...] i figli [..., infatti,] nascono con una certa disposizione o facoltà a contrarli» (*Notæ in programma quoddam*, AT VIII-2, p. 358).

trasmissione di impulsi dalla madre al feto⁸²¹.

All'interno di questa ricostruzione fisiologica, l'immagine «dei cagnolini che si dice apparire nelle urine di coloro che sono stati morsi dai cani rabbiosi», una favola, secondo Descartes, viene affiancata ai «segni che i neonati ricevono per le voglie delle loro madri»⁸²². Sono racconti e fantasie dell'immaginazione, difficili da credere in tutti i diversi dettagli accresciutisi di orecchio in orecchio, ma la cui causa può essere spiegata nell'ordine delle ragioni, più che creduta sulla confusione. Descartes da un lato riduce l'aspetto meraviglioso su cui l'immaginazione si accresceva, dall'altro ne ricerca una causa fisiologica.

L'immagine dei cani rabbiosi nelle urine «si tratta di una questione di fatto, in cui non vedo niente di impossibile»⁸²³, né di meraviglioso, scrive. Dalla favola alla questione di fatto, Descartes sostituisce all'ammirazione per le immagini l'analisi delle funzioni del corpo e le connessioni tra questi organi e le altre parti⁸²⁴: è un esame

821 In una lettera a Mersenne, infatti, Descartes distingue l'istinto naturale in «due specie di istinti: uno si trova in noi in quanto uomini, ed è puramente intellettuale; è il lume naturale o *intuitus mentis* [...]; l'altro è in noi in quanto animali ed è un certo impulso della natura alla conservazione del nostro corpo, al godimento dei piaceri corporei ecc.» (Descartes a Mersenne (16 ottobre 1639), aT II, p. 599).

822 Descartes a Meyssonier (29 gennaio 1640), AT III, pp. 20-21. Si noterà che vi è un riferimento alle voglie impresse dall'immaginazione della madre sul corpo del feto in una lettera del maggio 1630, in cui sollecitato da Mersenne, Descartes riconosce che si tratta di «una cosa che merita di essere vagliata, ma non ne sono ancora soddisfatto» (Descartes a Mersenne, Amsterdam, 17 maggio 1630, AT I, p. 153). Alla fine della quinta parte della *Dioptrique*, la cui lettura aveva probabilmente mosso le obiezioni di Meyssonier a cui Descartes risponde, aveva indicato che dalla ghiandola chiamata *conarium* che «costituisce la sede del senso comune», ci si poteva spingere fino a spiegare che da essa le immagini ricevute possano «passare talvolta attraverso le arterie di una donna incinta fino a qualche organo determinato del bambino che essa porta nel suo grembo e lì formare quelle voglie che provocano tanta meraviglia in tutti i dotti» (*Dioptrique*, V, «*Des images qui se forment sur le fond de l'œil*», AT VI, p. 129). La spiegazione meccanica, in questo caso, pertanto, è data.

823 Descartes a Mersenne (Santpoort, 1 aprile 1640), AT III, p. 49.

824 In una lettera a Meyssonier indirizzata a Mersenne del 30 luglio 1640, scrive che il «pus che si osserva nell'urina, ordinariamente non proviene che dai reni o da più giù» (Descartes a Mersenne, Leida, 30 luglio 1641, AT III, p. 142), ricollegando quella meraviglia ad uno studio anatomico: benché non può fornire una soluzione alla curiosità, è la strada meccanica quella che occorre percorrere per conoscere la soluzione alla questione. In una concezione della scienza che è all'opposto di quella di Mersenne, che eleggeva la curiosità di questi fatti particolari a riferimento generale; egli, infatti, parlava delle immagini nelle urine dei rabbiosi ne *La vérité des sciences*, come esempio dei cambiamenti che l'uomo subisce al proprio corpo, indice di un'instabilità che concerne

fisiologico quello che il filosofo del metodo opera di fronte a questa curiosità. Anche rispetto alle voglie, Descartes rintraccia le connessioni corporali che lo producono, tanto da farsi trascinare dalle richieste di Mersenne a riconoscere che è «abbastanza verosimile che talvolta possano essere guarite [le voglie di un tal frutto], quando il bambino mangia quel frutto, sia perché la stessa disposizione che era nel cervello della madre e che causò la voglia si trova anche nel suo, sia perché essa si trova in corrispondenza della parte che è segnata»⁸²⁵.

La spiegazione meccanica si sostituisce alla superstizione e all'ignoranza delle cause: la voglia si forma per la corrispondenza di ciascuna parte del corpo del bambino con ciascuna parte del corpo della madre, «come può essere provato con ragioni meccaniche»⁸²⁶, che l'azione del grattare riproduce, agendo per impulso sull'immaginazione della madre e, attraverso un altro impulso, agendo sul corpo del feto. Trovata la spiegazione meccanica nell'interazione dei diversi impulsi, Descartes ricerca le prove che la confermano: «vari esempi lo attestano», scrive, ricordando un esempio trovato in Pieter van Foreest e «relativo a una Signora che, rottasi un braccio mentre era incinta, aveva partorito un bambino che aveva il braccio rotto come il suo; applicando al braccio del bambino gli stessi rimedi come a quello della madre, li guarì entrambi separatamente»⁸²⁷. La spiegazione si completa sui racconti ma si dà solo attraverso l'evidenza intellettuale.

Meraviglie agli occhi dei più, per Descartes i fenomeni naturali rientrano invece nell'ordine delle ragioni di una catena.

Altre storie sono presenti nella corrispondenza cartesiana. Come quella della storia della ragazza della bassa Bretagna, una «favola»⁸²⁸ raccontata a Mersenne dal Signor Petit sostiene Descartes, la quale «si dice che non mangi da cinque anni e che risenta

l'uomo anche nella sua sfera cognitiva, «& pardons en quelque maniere nostre propre nature; ce qui se voit en ceus qui ont été mordus d'un chien enragé, lesquels abboyent, & impriment l'image de petits chiens dans leur sperme» (M. Mersenne, *La vérité des sciences*, cit., p. 24).

825 Descartes a Mersenne (Ledia, 30 luglio 1640), AT III, p. 120.

826 Ibid., p. 121; il riferimento alla spiegazione meccanica si trova nell'ultima pagina del V discorso della *Dioptrique* citato.

827 Ibid., p. 121.

828 Descartes a Mersenne (Santpoort, 11 marzo 1640), AT III, p. 41.

ogni giorno i dolori dei martiri di cui si celebrano le feste e dei quali si vedono i segni su di lei»⁸²⁹: stravaganze che si raccontano e a cui non si deve credere; la storia del bevitore italiano, che beve smisuratamente senza avvertire il peso dell'alcol: Descartes ritiene che la meraviglia sia presto risolvibile, «direi che deve avere sotto il mento un buco»⁸³⁰. O la storia delle convulsioni della sorella di un religioso: un caso tutt'altro che «sopranaturale», che i medici devono guarire, senza disperare «di trovarvi rimedio»⁸³¹.

O ancora «la storia della seta che cresce sulla fronte di una ragazza e della spina che

829 Descartes a Huygens (Santpoort, 12 marzo 1640), AT III, p. 746. Scrivendo a Huygens, il quale gli aveva chiesto lumi su questa storia, Descartes aggiunge di non voler fare troppo affidamento sulle storie che Mersenne gli riporta: conosce, infatti, sia «la persona che il padre Mersenne indica come autore» di tali racconti, talmente poco degna di fede da credere il contrario di ciò che dice, per quanto possa essere assurdo; sia le caratteristiche del Minimo: «è così curioso – scrive – e così contento di sentire meraviglie, che ascolta con favore tutti coloro che gliene raccontano» (Ibid.).

Lo stesso Mersenne, infatti, ne faceva parte con altri corrispondenti, si veda Mersenne à Haack, 4 mars 1640, in *CM IX*, p. 179, «Je croy vous avoir escrit de la fille de 38 ans qui ne boit ny ne mange depuis 5 ans, qui a les 5 playes de nostre Seigneur en mains, pieds et costé, et qui endure reellement et visiblement le martyre du mesme Saint que l'Eglise celebre chaque jour»; non abbiamo tuttavia, lettere precedenti in cui il Minimo ne parli e la risposta di Descartes sembra allontanare l'interesse di Mersenne da questo fatto.

830 Descartes a Mersenne (Santpoort, 11 marzo 1640), AT III, p. 42.

831 Ibid. In una lettera a Haack, Mersenne racconta di aver incontrato a Parigi «un homme qui vient de Provence et, je crois, d'Italie, qui après avoir avalé 10 ou 12 pots d'eau, fait une fontaine de sa bouche, qu'il darde fort longtemps, 3 ou 4 toises de hauts; et que bien qu'on ne luy voye prendre que de l'eau simple commune, neantmoins il vous rend du vin, de l'huyle, de l'eau de vie, de naphte [...]»; l'on n'y peut decouvrir aucune tromperie, et neantmoins il faut qu'il y en aye. Il demande 10 pistoles à chaque fois, pour faire ce beau mesnage» (Mersenne à Haack, 31 décembre 1639, in *CM VIII*, pp. 724-725). In un'epistola successiva ad Haack, Mersenne si riferisce ancora a questo bevitore come ad un ciarlatano, accostandolo ad un altro simile di cui il corrispondente doveva aver avuto notizie dall'Italia, «Le charlatan est justement le mesme que vos gentilshommes ont veu en Italie» (Mersenne à Haack, 12 février 1640, in *CM IX*, p. 107): ritengo plausibile che non sia fisicamente lo stesso personaggio, ma che siano due diversi individui accomunati dall'interesse curioso e dalla medesima caratteristica. Si può notare, ancora una volta, l'attenzione mersenniana rivolta più alla rarità e stranezza di un fenomeno, ben distante dalla possibilità di conoscerlo in modo scientifico. Vi erano, inoltre, numerosi racconti simili, di cui abbiamo una testimonianza sempre nella corrispondenza di Mersenne, in una data relativamente vicina a quella della lettera a Haack e delle lettere di Descartes; Villiers il primo marzo scrive a Mersenne di racconti sentiti a Parigi e dintorni su eventi simili, che riconduce, secondo la superstizione comune, alla magia; «on nous dit icy qu'à Paris il y a un homme qui vomisst, quald il veut, toutes sortes de liqueurs et qui ont chacune leur goust, et ce par artifice, peut-estre chymique. Et ne sçay s'il n'y a rien de magique. Vous nous en manderez quelque particularité, si en sçavez. Il y avoit à dix ou douze lieues de nostre vuille un gentilhomme nommé Mr de Beaujeu-Villiers qui estoit ensorcelé et vomissoit des clouds, des chesnettes, del tranche-plumes, cousteaux et autres ferrailles, ce qui est tres vray. Je n'ay peu sçavoir

fiorisce sul corpo di uno Spagnolo»⁸³², che meritano di essere indagate più particolarmente, scrive Descartes con non poca ironia. La prima si può risolvere osservando i dati del fenomeno e distinguendo tra le diverse cose: o non è seta vera, ma un'escrescenza della carne che ha la sua figura, oppure dei peli che stanno crescendo. L'altra si può spiegare ricordando che vi è uno stesso principio vitale, il «calore [...] che è comune agli animali, alle piante e ad altri corpi [...] e che uno stesso calore serve a far vivere un uomo e una pianta»⁸³³. Non vi è nessun ibrido o effetto curioso, né nessuna magia⁸³⁴, perché la ragione trova una stessa causa nel medesimo principio naturale.

Il gabinetto di curiosità della corrispondenza cartesiana è popolato di numerose altre curiosità redatte a ragioni; come il volo degli uccelli, la cui meccanica viene analizzata da Descartes: «essi battono le ali più o meno a seconda che ne abbiano bisogno per stare fermi o per avanzare, cosa che non può essere imitata da una macchina fatta dalle mani

comment ce sort s'est dissipé, quoyqu'il fust cognu à tout le monde...» (Villiers à Mersenne, 1 mars 1640, in *CM IX*, pp. 164-165).

832 Descartes a Mersenne (Leida, 30 luglio 1640), *AT III*, p. 122. Il riferimento a questo fatto si ritrova nella corrispondenza di Mersenne, in una lettera inviata da Brun il 22 aprile 1640, «ce mesme personnage [Mr de la Ferriere, medecin de Mr le cardinal de Lyon] m'asseura qu'estant à Rome, fut apportée d'Espagne, chez le Cardinal Barbarin où il estoit, une lettre qui disoit qu'un chevrier estant tombé sur un buisson d'aubespain, et quelques espines l'auant piqué en plusieurs parts, il en demeura une dans son ventre qui ne se peu oster, laquelle a produit feuilles et fleurs, croissant tousjours sans que ce garçon en souffre aucun dommage. Une fille de Clairac, [...] blessé en sa jeunesse au front, sa playe fut cousue avec de la soye, laquelle du despuis produit de la soye que l'in coupe annuellement. J'ay appris ceste histoire par trois medecins dignes d'estre creu» (Brun à Mersenne, 22 avril 1640, in *CM IX*, p. 280). Si noterà la diversa attitudine tra questi corrispondenti, abituati a credere qualsiasi particolare venga loro raccontato (il “si dice” ritorna sovente in queste lettere citate), e l'atteggiamento di Descartes, che afferma di non poter spiegare alcunché senza averlo visto direttamente (il “si dice” era stato spazzato via dai criteri di scientificità dal filosofo del metodo).

833 Descartes a Mersenne (Leida, 30 luglio 1640), *AT III*, p. 122.

834 Sono riportare nell'*Opera omnia* di J.-B. van Helmont le sue esperienze e osservazioni di giovani dai cui corpi fuoriuscivano oggetti di grande misura, sovente rami o parti legnose, senza che fosse chiaro come potessero essere entrati in quei corpi. Lo stesso alchimista ignorava una spiegazione di tale problema, ma riteneva che questi grandi oggetti potessero entrare nel corpo attraverso pori senza rompere la pelle, e potessero essere vomitati benché la loro circonferenza fosse più ampia della gola. Si veda J.-B. van Helmont, *Opera omnia*, 1707, I, 563b, “De iniectis materialibus”. Si può facilmente intuire la distanza tra questa concezione magica ed esoterica, con quella cartesiana secondo cui lo stesso principio vitale accomuna tutta la natura e non permette di escludere che corpi estranei possano crescere nel corpo umano, salvo poi essere rigettati da esso anche attraverso atroci dolori.

dell'uomo»⁸³⁵. La capacità di volo degli animali è impossibile da riprodurre, afferma Descartes, per quanto l'uomo possa conoscere la causa del volo⁸³⁶: «si può fare una macchina che si sostiene in aria come un uccello, *metafisicamente parlando*; ma non *fisicamente o moralmente* [...], poiché servirebbero dei congegni così sottili e insieme così forti che non potrebbero essere fabbricati da uomini»⁸³⁷.

O come il modo in cui i pesci possono restare sott'acqua senza galleggiare come tanti altri corpi leggeri:

è certo che un pesce che nuota in un recipiente pieno d'acqua messo in uno dei piatti di una bilancia, non lo può rendere né più pesante né più leggero, benché vada a fondo o si mantenga per metà fuori dell'acqua. Credo anche che tutti i pesci vivi sono pressappoco pesanti come l'acqua e che, quando dormono, non c'è che la loro pesantezza naturale che li mantiene o al disotto o al disopra dell'acqua, secondo che essi siano più pesanti o più leggeri rispetto ad essa.⁸³⁸

Era, questo, un problema che Mersenne aveva già sottoposto all'amico in una lettera dell'8 gennaio 1639, a cui Descartes risponde negando che «la vescica» fosse «necessaria per nuotare, dal momento che la maggior parte non la possiede. E non c'è altro che li determini a salire o scendere nell'acqua se non lo slancio o l'impeto con cui si muovono, esattamente come un uomo che sappia nuotare molto bene tra due acque, può anche slanciarsi dalla parte che preferisce. Ciò è assai meno mirabile – aggiungeva – che saltare e sollevare tutto il proprio corpo in aria, a confronto della quale è molto più

835 Descartes a Mersenne (Leida, 30 luglio 1640), AT III, p. 130.

836 Cfr. Descartes a Mersenne (25 dicembre 1639), AT II, p. 629, «quel chge fa sì che ci si sollevi verso l'alto quando si salta, non è che il riflettersi della forza con cui si spinge la terra con i piedi prima di saltare. Quando questa forza cessa, occorre che si ricada, senza che sia possibile mantenersi in aria, a meno di non poterla percuotere con le braccia o con i piedi con una tale velocità, che essa non potrebbe cedere così prontamente, ciò che servirebbe per sollevarsi di nuovo; ed è così che volano gli uccelli».

837 Descartes a Mersenne (Leida, 30 agosto 1640), AT III, pp. 163-164.

838 Ibid., p. 166.

pesante, il che nondimeno avviene grazie allo slancio»⁸³⁹.

La meccanica dei movimenti animali si ricollega alla fisica cartesiana, alla teoria del pieno, al movimento e all'estensione delle piccole parti, in cui la loro separazione avviene solo mediante una grande forza: lo slancio per i pesci nell'acqua e per gli uccelli nell'aria.

La riduzione dei casi curiosi e delle questioni particolari all'unità e all'ordine della natura procede insieme allo studio anatomico che la mostra: ciò vale sia per il corpo umano, sia per la «natura degli animali», di cui aveva l'intenzione di far pubblicare un vero e proprio «trattato», con nuove «pratiche anatomiche riprese con rinnovata attenzione»⁸⁴⁰. La curiosità, ridotta all'ordine della ragione, è strumento di indagine, di esercizio metodico mediante cui ricostruire diversi esperimenti; lo testimonia lo stesso Descartes, là dove scrive a Mersenne di aver compiuto diversi esperimenti. Negli anni, scrive, di aver fatto tracciare «delle linee con la punta del dito dinanzi ai suoi occhi, si arrestava talmente l'immaginazione [della gallina] che rimaneva immobile. E quanto alla formazione dei pulcini nell'uovo, già più di 15 anni fa ho letto ciò che ne ha scritto Girolamo Fabrici d'Acquapendente, e anch'io talvolta ho rotto delle uova per osservare questa esperienza. Ma sono stato anche più curioso; una volta, infatti, ho fatto uccidere una vacca, della quale sapevo che aveva concepito poco tempo prima, proprio per vederne il frutto [...] sono riuscito a farmi consegnare più di una dozzina di ventri nei quali c'erano dei vitellini [...] nei quali ho potuto osservare molte più cose che nei pulcini, dato che gli organi sono più grandi e più visibili»⁸⁴¹.

§ 3. *L'esame delle funzioni*

Nello studio della meccanica dei corpi animali, Descartes si trova di fronte a due difficoltà principali. La prima è di dare una teoria dell'ordine degli organi senza limitarsi ad un lavoro descrittivo, bensì fornendo un'esplicazione delle funzioni, utile

839 Descartes a Mersenne (9 febbraio 1639), AT II, pp. 494-495.

840 Descartes a Tobias Andreae (Egmond-Binnen, 16 luglio 1645), AT IV, p. 247.

841 Descartes a Mersenne (Egmond-Binnen, 2 novembre 1646), AT IV, p. 555.

alla scienza e alla medicina. La seconda è di mostrare l'unità dell'uomo che l'esperienza attesta come fatto evidentissimo⁸⁴², pur nel quadro della distinzione sostanziale fra anima e corpo che la scienza e la metafisica prescrivono⁸⁴³.

L'ordine non è semplicemente una disposizione spaziale, non è solo la ricostruzione di un puzzle, bensì un ordine di funzioni, in cui la disposizione definisce un'individualità organica, e non un semplice aggregato di parti. L'esame dei corpi animali e umani, pertanto, mostra una complicazione rispetto allo studio dei minerali: mentre per questi ultimi la generazione corrispondeva alla disposizione e alle funzioni, così il corpo animale presenta una differenza tra la funzione e la formazione. La scienza cartesiana si confronta con questa complessità, evitando di ridurre lo studio alle singularità separate. Lo dirà nel colloquio con Burman che, per quanto tardo, getta uno sguardo retrospettivo su tutta l'opera del filosofo:

volendo spiegare unicamente le funzioni dell'animale, ha constatato di poterlo fare a malapena senza ritenere necessaria la spiegazione della conformazione dell'animale sin dall'origine [*sine eo quod animalis conformationem ab ovo explicare necesse habeat*] – che si è accorto seguire dai suoi principi in modo tale che si può fornire la ragione per cui esistono l'occhio, il naso, il cervello ecc. – ed ha ben capito che la natura delle cose è costruita in base ai suoi principi.⁸⁴⁴

Lo studio del corpo animale non può limitarsi alla descrizione delle funzioni, ma deve rivolgersi anche al tema della generazione. Gli esperimenti non mancano, testimonianza di un interesse avanzato, la cui finalità è la scienza medica. Descartes lo ripete con nettezza a Mersenne nel 1639: «se mi accingessi a ricominciare il mio

842 Cfr. Descartes per Arnauld (Parigi, 29 luglio 1648), AT V, p. 222, «che poi la mente, che è incorporea, possa mettere in moto il corpo, questo non ce lo mostra certo alcun ragionamento o analogia tratta da altre cose, ma una certissima ed evidentissima esperienza che facciamo quotidianamente».

843 Cfr. A. Bitbol-Hespériès, *Le principe de vie chez Descartes*, Paris, Vrin, 1990, pp. 20 e ss.

844 R. Descartes, *Colloquio con Burman, o Responsiones Renati Des Cartes ad quasdam difficultates ex Meditationibus ejus, etc., ab ipso haustæ*, Egmond, 16 aprile 1648, AT V, pp. 170-171.

Monde, dove ho supposto il corpo di un animale tutto formato e mi sono accontentato di mostrarne le funzioni, indicherei anche le cause della sua formazione e della sua nascita. Ma, pur sapendo questo, non so ancora abbastanza da poter guarire anche solamente una febbre»⁸⁴⁵.

In queste pagine cercherò di elencare le teorie fisiologiche cartesiane in merito alle funzioni corporee, poi mostrerò gli studi sulla generazione, infine mi occuperò di tematiche neurofisiologiche.

3.A. La circolazione del sangue

Descartes ritiene che il principio della vita risiede nel «calore che si ha nel cuore, che è come il grande meccanismo e il principio di tutti i movimenti che sono»⁸⁴⁶ in ogni macchina organica. Così nel *Discours*, si riteneva che Dio «eccitasse nel suo cuore uno di quei fuochi senza luce»⁸⁴⁷, e questo è sufficiente, afferma Descartes, per rivedere nel corpo dell'automa costruito tutte quelle stesse funzioni corporali che possono essere in noi o negli animali. Ne *L'Homme*, in cui le funzioni organiche erano confrontate con equivalenti modelli meccanici, Descartes parte dalla digestione dei cibi e, seguendo il percorso del sangue, giungeva fino al cuore, vero centro della fisiologia: «sapendo che la carne del cuore contiene nei suoi pori uno di quei fuochi senza luce di cui vi ho appena parlato, che la rende così calda e infuocata che, via via che il sangue entra in una delle due camere o concavità che sono in essa, si gonfia rapidamente e si dilata, così come potrete sperimentare che farà il sangue o il latte di qualunque animale, se lo versate goccia a goccia in un vaso che sia molto caldo»⁸⁴⁸. Mentre *L'Homme* consiste in una serie di spiegazioni diverse, il *Discours* si concentra sulla centralità del cuore.

La quinta parte del *Discours* aggiunge a *L'Homme* un esame anatomico delle parti del cuore e ne riprende la disposizione all'interno del corpo; alla descrizione degli

845 Descartes a Mersenne (20 febbraio 1639), AT II, p. 525.

846 R. Descartes, *La description du corps humain*, I, art. 7, “*Sommaire des choses qu'il doit contenir*”, AT XI, p. 226.

847 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 46.

848 R. Descartes, *L'Homme*, I, 5, “*Comment le sang s'échauffe et se dilate dans le cœur*”, AT XI, p. 123. Interessante notare la similitudine tra sangue e latte.

organi e alla loro disposizione, Descartes aggiunge una consequenzialità causale: il cuore non è un organo a sé, ma il principio di movimento degli altri. Il movimento del cuore, infatti, «essendo il primo e più generale movimento che si osserva negli animali, potrà far giudicare facilmente ciò che si deve pensare di tutti gli altri»⁸⁴⁹. La spiegazione segue l'ordine in cui le diverse funzioni si articolano: il movimento del cuore permette di ordinare a sé tutti gli altri meccanismi del corpo, facendo del movimento cardiaco il paradigma del movimento del corpo. Ad esso Descartes consegna la correttezza del proprio metodo e la verità della propria ricerca scientifica: «capisco che si possa pensare che, se quanto ho scritto su ciò [il movimento cardiaco] o sulla rifrazione, o su qualche altra materia che ho trattato in più di tre righe [...], è falso, allora tutto il resto della mia filosofia non vale niente»⁸⁵⁰.

La spiegazione del meccanismo del cuore segue un ordine ben preciso: Descartes lo ricostruisce nell'imitazione delle macchine. Dal lato destro del cuore corrispondono due tubi: «la vena cava, principale ricettacolo del sangue, e come il tronco dell'albero di cui tutte le altre vene del corpo sono i rami, e la vena arteriosa, che è stata chiamata così in maniera erronea, [...] prendendo origine dal cuore, si divide, dopo esserne uscita, in diversi rami che si espandono poi dappertutto nei polmoni. In secondo luogo, quella che è nel lato sinistro, [...] l'arteria venosa, ugualmente chiamata in maniera erronea, [...] suddivisa in diverse ramificazioni intrecciate con quella della vena arteriosa [...]; e la grande arteria, che uscendo dal cuore invia le sue ramificazioni in tutto il corpo»⁸⁵¹. Il sistema circolatorio è analizzato come se si trattasse di una ramificazione di condotti in cui il sangue passa irrorando i tessuti. Al centro di questo sistema il calore del cuore agisce come causa del movimento, perché col suo calore fa vaporizzare il sangue che vi giunge, che si espande e gonfia il cuore; attraverso questo meccanismo di gonfiamento e sgonfiamento il cuore si muove e spinge il sangue fuori di sé lungo le arterie. Principio del movimento, pertanto, è il calore originario del cuore.

Descartes lo ripete con precisione: «vi è sempre più calore nel cuore, che in ogni

849 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, pp. 46-47.

850 Descartes a Mersenne (9 febbraio 1639), AT II, p. 501.

851 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 47.

altro punto del corpo; e infine che questo calore è capace di far sì che, se entra qualche goccia di sangue nelle sue concavità, questa si gonfi prontamente e si dilati, come generalmente fanno tutti i liquidi»⁸⁵². Il sangue, così, «si rarefa e si dilata, a causa del calore», facendo gonfiare il cuore e spingendo verso le porte «che sono agli ingressi dei due vasi da cui escono facendo gonfiare in tal modo tutti i rami della vena arteriosa e della grande arteria, quasi nello stesso momento in cui si gonfia il cuore»⁸⁵³. La funzione del cuore è individuata nella sua caratteristica principale: il calore, infatti, spiega il funzionamento dell'organo, la causa del suo dilatarsi e la sua funzione nel corpo, la circolazione del sangue che cambia stato permettendo al cuore di compiere la sua funzione di pompaggio.

Descartes sottolinea che la circolazione dipende dalla sola disposizione degli organi. Teoria fondata scientificamente sull'unità di una natura studiata come disposizione di elementi, ma anche dimostrata per esperienza dall'esame anatomico. «Questo movimento appena spiegato – scrive Descartes – segue altrettanto necessariamente dalla sola disposizione degli organi che si può osservare a occhio nudo nel cuore, e dal calore che si può sentire con le dita, e dalla natura del sangue che si può conoscere attraverso esperimenti, così come quello che compie un orologio, dalla forza, dalla disposizione, e dalla figura dei suoi contrappesi e delle sue ruote»⁸⁵⁴. L'analogia meccanica, pertanto, resta valida.

La complessità dell'ambito richiede, però, uno studio approfondito e esperimenti con cui verificare la propria teoria. Descartes presenta tre argomenti per «provare»⁸⁵⁵ la circolazione del sangue, ripresi da Harvey, a cui riconosceva la paternità della scoperta⁸⁵⁶, la legatura delle arterie, le valvole nelle vene e l'evacuazione del sangue da

852 *Ibid.*, p. 48.

853 *Ibid.*, p. 49.

854 *Ibid.*, p. 50.

855 *Ibid.*, p. 51; sia nella prima riga, in cui è la circolazione perpetua che «viene provata da lui molto bene mediante...» e nelle righe 21-22, «egli prova molto bene anche quanto dice...».

856 Per esempio nel *Discours*, «è già stato scritto da un medico inglese cui bisogna attribuire il merito di aver rotto il ghiaccio in proposito e di esser stato il primo ad aver insegnato che vi sono molti piccoli passaggi alle estremità delle arterie dai quali il sangue che esse ricevono dal cuore entra nei piccoli rami delle vene» (*Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 50); ma l'attenzione ad Harvey ritorna in vari altri luoghi e, specialmente, nella corrispondenza.

un'arteria sezionata⁸⁵⁷. Descartes aggiunge anche argomenti che correggono Harvey: la ragione per cui il sangue ha due colori diversi, che quest'ultimo scopre ma non spiega, mentre Descartes ne attribuisce la causa all'azione del calore, a diversa consistenza delle vene e delle arterie, la diversa concavità delle parti del cuore, il cambiamento della febbre che riscalda il sangue anche lontano dal cuore, il calore che il sangue porta a tutto il corpo⁸⁵⁸, infine le connessioni tra il calore del sangue riscaldato dal cuore e le funzioni degli organi⁸⁵⁹.

Il nodo della discussione è il calore del cuore, che Harvey⁸⁶⁰ non ammetteva; Descartes cerca di dimostrare la superiorità della sua teoria, capace di spiegare sia le caratteristiche intrinseche all'apparato circolatorio, che di rendere ragione delle altre funzioni corporali. Il tema del calore del cuore non era nuovo, Aristotele l'aveva chiamato calore innato, qualificando così l'origine del calore, sostenendo un'analogia con l'elemento astrale⁸⁶¹, ricollegandone, pertanto, la ragione con la propria cosmologia. Anche Galeno attribuiva al calore del cuore una condizione cosmologica, collegandolo alla riflessione sull'anima del mondo. Altri più vicini a Descartes ne perpetuano la concezione, Girolamo Fabrici d'Acquapendente, Jacques Fernel e Caspar Bauhin su tutti: fisiologi certamente conosciuti da Descartes. Bauhin, in particolare, col suo *Theatrum anatomicum* (1605), era stato fonte di Harvey e suggerisce, con ogni probabilità, a Descartes la funzione della ghiandola H. Descartes, tuttavia, si contrappone a costoro, poiché rigetta l'essenza divina di questo calore, che considera

857 W. Harvey, *De motu cordis et sanguinis in animalibus*, Frankfurt, 1628; trad. ing. Id., *The circulation of the blood. An anatomical disquisition on the motion of the heart and blood in animals*, London, 1907, cap. XI; cap. XIII; cap. IX, rispettivamente.

858 Cfr. *Discours de la Méthode*, V, AT VI, pp. 52-53.

859 Cfr. *ibid.*, pp. 53-54: la respirazione nei polmoni, a cui si aggiunge la conferma empirica della vivisezione degli animali senza polmoni; la digestione nello stomaco, «il distille»; e la «generazione di spiriti animali».

860 Su un confronto serrato tra Descartes e Harvey su queste tematiche, rinvio a É. Gilson, *Descartes, Harvey et la scolastique*, in Id., *Études sur le rôle de la pensée médiévale dans la formation du système cartésien*, Paris, Vrin, 1967, 51-101; A. Bitbol-Hespériès, *Le principe de vie chez Descartes*, cit., pp. 173-209.

861 Cfr. Aristotele, *De generatione animalium*, 736 b 37 – 737 a 1, trad. it. in *La riproduzione degli animali*, a cura di D. Lanza, in *Opere biologiche di Aristotele*, a cura di D. Lanza e M. Vegetti, Torino, UTET, 1971, pp. 893-896.

realmente un fuoco sottoposto e retto dalle leggi della natura, e rifiuta di perpetuare una anatomia sul rapporto microcosmo-macrocosmo⁸⁶², con il parallelo cosmologico tra sole e cuore che Agrippa, Fludd, Fernel, Kepler e Harvey avevano proposto a più riprese.

Sulla differente concezione riguardo alla natura e all'azione del cuore si stabiliva pertanto una discordanza rilevante. Primi protagonisti di questo dibattito sono Froidmond e Plem, in uno scambio epistolare di grande importanza⁸⁶³.

La prima missiva si apre con una disamina storico-filosofica preziosa: «mi sembra di vedere un Pitagora o un Democrito», scrive Froidmond, riconoscendo l'intelligenza cristallina di Descartes, ma senza ammettere che da questa derivi una conoscenza vera, anzi, ricollegandola alle filosofie del passato, «credo senza saperlo, che ricada non di rado nella filosofia di Epicuro, rozza e grossolana»⁸⁶⁴, aggiunge in un'operazione svelatrice dell'assenza di originalità, chiaro esempio di un fallimento rivoluzionario⁸⁶⁵. Soprattutto, era la spiegazione meccanica delle funzioni organiche a irritare il teologo fiammingo, perché all'esclusione dal corpo dell'anima tradizionale sembrava conseguenza necessaria imbottirlo di un'anima materiale che apriva la strada a forme di

862 Per un interessante elenco delle teorie rinascimentali sull'uomo come microcosmo, si vedano le pagine di E. Rivero, *Dall'uomo microcosmo all'uomo macchina*, in *Immagini del corpo in età moderna*, a cura di P. Giacomoni, Trento, Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Scienze Filologiche e Storiche, 1994, pp. 25-71; in part. pp. 44-56.

863 Per una lettura completa e puntuale delle obiezioni e risposte sulla medicina, si veda M. Grene, *The Heart and Blood: Descartes, Plem, and Harvey*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, cit., pp. 324-336.

864 Fromondus a Plemius (Lovanio, 13 settembre 1637), AT I, p. 403.

865 Cfr. D. Garber, *Descartes, les aristotéliciens et la révolution qui n'eut pas lieu en 1637*, in *Problématique et réception du Discours de la Méthode et des Essais*, ed. par H. Méchoulan, Paris, Vrin, 1988, pp. 199-212. Primo di due esempi, lo scambio con Froidmond, secondo Garber, inserisce la filosofia cartesiana all'interno di un dibattito filosofico attuale nella prima metà del XVII secolo, dando minor rilievo all'effettiva novità cartesiana. Pur sfuggendo alle categorie tradizionali, infatti, Froidmond la «denudava doppiamente d'originalità; da una parte perché, secondo lui, le sue teorie non facevano che riprendere delle teorie diverse e più antiche che Aristotele [...] aveva rifiutato [...]. Dall'altra parte, Descartes non innovava in nulla poiché altri prima di lui avevano già fatto rivivere imprudentemente ciò che egli presentava. La fretta con cui Froidmond rispose si spiega, probabilmente, per il fatto che la critica che avanzava non era altro che una versione riscaldata di altre critiche già predisposte alla stampa e che, riguardando l'atomismo, erano state oggetto di discussione con i suoi colleghi a Lovanio» (pp. 205-206).

Queste discussioni sono molto interessanti, ma io credo che sfugga ai corrispondenti quella completezza che la filosofia di Descartes pretendeva possedere.

ateismo; il fulcro teologico della disputa è l'accusa di materialismo che forniva «ad operazioni tanto eccelse, cause tanto umili». E continuava: Descartes «sembra affermare che il calore, quale quello che è nel fieno riscaldato, possa esercitare sul corpo dell'uomo tutte le operazioni dell'animale [...]. Ergo il calore del fieno, senza che ci sia anche un'anima sensitiva, può vedere, ascoltare, ecc. Operazioni tanto nobili non sembrano poter provenire da una causa tanto ignobile e brutta», e che nelle altre obiezioni concerneva la spiegazione meccanica delle sensazioni e il dolore che sperimentiamo e immaginiamo nel cervello. Ancora nella terza annotazione si ritornava sulla spiegazione meccanica del cuore: diastole e sistole non sembrano verosimili, perché «la rarefazione di una goccia di sangue non può compiersi e riempire una cavità del cuore in un tempo tanto breve, quanto quello in cui il moto del cuore compie la sua dilatazione, a meno che l'ardore del cuore non uguagli il calore della fornace»⁸⁶⁶.

Partita a scacchi tra gentiluomini, quello con Froidmond è un antefatto dello scambio più interessante avvenuto con Plemp; il quale, nel gennaio 1638, gli scrive quattro obiezioni sul movimento del cuore e tre sulla circolazione. La risposta e il dibattito che se ne sviluppa è notevole, perché mette in luce la cooperazione tra metodo e esperienza.

Il medico nederlandese innanzitutto aveva citato Aristotele, per indicare la comunanza con il grande maestro⁸⁶⁷. Descartes replica sovvertendo tale ordine autoritativo: «a lui è toccato essere così fortunato che, qualunque cosa abbia una volta scritto, ci avesse pensato o meno, viene oggi presa dai più come un oracolo, nulla desidererei di più che poter seguire in tutto le sue orme senza allontanarmi dalla verità». È nell'ordine della ragione che va riletta la scoperta cartesiana, non a partire dall'autorità degli Antichi, né dalla filosofia naturale aristotelica: «a buon diritto – altrimenti – si

866 Fromondus a Plempius (Lovanio, 13 settembre 1637), AT I, p. 403.

867 Cfr. Plempius a Descartes (Lovanio, gennaio 1638), AT I, p. 497; «questa vostra opinione non è nuova, ma antica e certamente aristotelica, proveniente dal libro *Sulla respirazione*, cap. XX, le cui parole sono: *Il battito del cuore è simile all'ebollizione; infatti l'ebollizione avviene quando l'umore si gonfia grazie al calore; infatti l'umore si solleva perché acquisisce una mole maggiore. [...] infatti l'umore, da cui si origina la natura del sangue, fluisce continuamente. Pertanto, il battito è il rigonfiamento di un umore che si riscalda. Questo Aristotele, ma voi lo spiegate in modo più ingegnoso e più bello. Il nostro Galeno al contrario ha insegnato che il cuore è mosso da una certa facoltà, cosa che insegnano ancora tutti i medici, me compreso».*

crederebbe che non ho mai rivolto l'attenzione alla fabbrica del cuore di alcun animale, se, tacendo dei ventricoli, dei vasi, e delle valvole, affermassi che si solleva soltanto la sua tunica esterna»⁸⁶⁸. Esperienza e ragione la sanzionano. La scienza cartesiana si compie soltanto nell'esercizio della scoperta (come scrisse a Beeckman nel lontano ottobre del 1630): chi parte «da false premesse [...] giunge alla verità per caso, non mi sembra ragioni meglio che se dalle stesse deducesse qualcosa di falso; né bisogna ritenere, se due pervenissero nello stesso luogo l'uno errando, l'altro avanzando sulla retta via, che uno abbia camminato sulle orme dell'altro»⁸⁶⁹.

La prima obiezione di Plemplius concerne il battito del cuore: se continua a pulsare anche quando viene reciso dal corpo, lo fa in assenza della rarefazione sanguigna, che Descartes aveva concepito come la causa immediata del movimento: negando la causa, si nega il funzionamento. Nella risposta Descartes afferma di aver estratto un cuore e di averne osservato il meccanismo. È nel merito della questione, però, che Descartes intende rispondere, adducendo quattro risposte che dedotte dalla prova sperimentale mostrano la ragione e la validità della causa: (1) vi sono «alcuni residui di sangue», (2) «un pochino di sangue [...] è sufficiente a produrre questa pulsazione, (3) il cuore continua il proprio movimento, «dal primo momento della sua formazione ha cominciato a ingrossarsi e a sgonfiarsi con incessante movimento alterno, può con una minima forza essere indotto a continuare questo stesso movimento», (4) forse «nei recessi del cuore risiede un umore simile ad un lievito»⁸⁷⁰.

Al di là della qualità delle risposte, il terzo punto sembra in contraddizione col primo e il quarto aggiunge un dettaglio inspiegabile e più tradizionale di quello che Descartes non vorrebbe addurre; al di là del discorso del “meno peggio” con cui tenta un confronto con l'opinione della filosofia tradizionale in merito, infatti, non si può non

868 Descartes a Plemplius (15 febbraio 1638), AT I, p. 522.

869 Ibid. Si potrà confrontare il testo di questo passaggio con quello della lettera a Beeckman del 17 ottobre 1630, «può anzi accadere che la si sappia perché si sia stati indotti a credere da vere ragioni; mentre gli altri, benché l'abbiano trovata prima, non la sapevano tuttavia, perché l'avevano dedotta da falsi principi» (Descartes a Beeckman, Amsterdam, 17 ottobre 1630, AT I, p. 158); o, ancora, il passaggio in cui Descartes critica le invenzioni che si realizzano per caso o fortuna, «c'è un altro genere di invenzioni che non proviene dall'intelligenza ma dalla fortuna...» (Ibid., p. 161).

870 Descartes a Plemplius (15 febbraio 1638), AT I, p. 523.

registrare il buco nella tela cartesiana. La teoria di fronte a questa obiezione non regge.

Alla seconda obiezione, che citava un famoso esperimento di Galeno teso a dimostrare che «la pulsazione non avviene per l'impeto del sangue che scorre, ma per qualcos'altro che scorre attraverso la tunica dell'arteria»⁸⁷¹, Descartes risponde ammettendo di non aver «mai fatto l'esperimento»; tuttavia dimostrava di poterne ricostruire l'effetto attraverso le leggi meccaniche⁸⁷² e aggiungeva dei miglioramenti⁸⁷³ all'esperienza descritta. Descrive la vivisezione di un coniglio: chiusa un'arteria e incisa tra il filo di chiusura e il cuore, Descartes osserva che «nel momento in cui il cuore si dilatava, il sangue salendo dall'incisione schizzava fuori, mentre, quando si contraeva, il sangue non fluiva»⁸⁷⁴; al contrario, «se l'opinione di Galeno fosse vera – aggiunge –, questa arteria avrebbe dovuto attrarre l'aria attraverso l'incisione nei singoli momenti della diastole, e solo nel tempo della sistole avrebbe dovuto far uscire il sangue; come mi sembra che nessuno possa dubitare»⁸⁷⁵. L'esperimento poi continua aprendo il cuore del coniglio e giungendo alla conclusione che fosse evidente vedere i «ventricoli del

871 Plempius a Descartes (Lovanio, gennaio 1638), AT I, p. 497.

872 Cfr. Descartes a Plempius (15 febbraio 1638), AT I, p. 524, «le leggi della mia meccanica, cioè della fisica, insegnano che...». Descartes vi aggiunge una spiegazione precisa riguardo a questa cannula inserita nell'arteria: se essa è più piccola, come Galeno riteneva, allora «si muove nella capienza dell'arteria insieme col sangue, e non c'è da meravigliarsi che non ne ostacoli il movimento». Inoltre, spiega come il sangue si sposti gradualmente: «non può riempire lo spazio B [...] senza che un'altra parte del sangue, che prima riempiva questo stesso spazio B, retroceda verso C e di là spinga le altre parti del sangue in D». Se invece la cannula fosse anche legata all'arteria, quando il sangue vi trascorre, «non scuoterebbe i lati dell'arteria [...] in modo visibile; passando [...] perderà gran parte delle sue forze, e le rimanenti le eserciterà secondo la lunghezza dell'arteria piuttosto che secondo la sua larghezza», limitandone così le pulsazioni (Descartes a Plempius, 15 febbraio 1638, AT I, pp. 524-525).

873 Cfr. Descartes a Plempius (15 febbraio 1638), AT I, p. 525, «possiamo tentare questo esperimento di Galeno in due altri modi...». Ripercorrendo due esperimenti proposti da Harvey, infatti, Descartes si contrappone ancora una volta «all'autorità di Galeno, il quale in diversi passi afferma che *le arterie non si allargano come degli otri [...] ma si riempiono come dei mantici (allo stesso modo delle fauci, dei polmoni e di tutto il petto), poiché vengono estese, e una volta estese attraggono da qualunque luogo a loro vicino con le loro parti estreme e con i loro forami tutto ciò che sia idoneo a riempire le loro cavità*» (Descartes a Plempius, 15 febbraio 1638, AT I, p. 526). Nell'esperimento di vivisezione seguente, infatti, Descartes dimostra che questa caratteristica attribuita da Galeno alle arterie non è vera.

874 Ibid., pp. 526-527.

875 Ibid., p. 527.

cuore divenire più ampi nella diastole, e più stretti nella sistole», contraddicendo definitivamente Harvey, che sostiene «esattamente il contrario»⁸⁷⁶. Come nel caso della prima obiezione, vi sono delle incongruenze che appartengono più alla seconda parte della risposta, là dove i dettagli aggiungono complessità alla spiegazione; infatti, Descartes parla di attrazione, confonde più volte la diastole con la sistole, confonde la contrazione con la dilatazione e, infine, attribuisce a Harvey qualcosa che il medico inglese con ogni evidenza non ha mai sostenuto.

La terza obiezione concerne il tempo ridotto della dilatazione rispetto alla effettiva possibilità di ebollizione del sangue nel cuore, «nel cuore fluisce una porzione considerevole di sangue che per essere convertita totalmente in vapore necessita del tempo [...] infatti non c'è tanto calore nel cuore quanto nel fuoco; perciò il cuore non è in grado di fare ciò che fa il fuoco. Anzi, nei pesci il calore è scarso, se non addirittura freddo»⁸⁷⁷. La risposta di Descartes interroga ancora la fisica nella sua completezza: egli cita due modi di vaporizzazione o rarefazione, appoggiandosi anche alla spiegazione delle *Météores*: «la rarefazione avviene in un momento, secondo i fondamenti della mia filosofia, tutte le volte che le particelle di liquido [...] da qui poi disperse attraverso la sua mole, acquisiscono contemporaneamente un mutamento, per cui desiderano un luogo molto più ampio. La stessa cosa indica che quest'ultimo modo è quello in cui il sangue si rarefa nel cuore; infatti la sua diastole avviene in un momento»; inoltre, aggiunge Descartes, «tutta la fabbrica del cuore, il suo calore, e la vera natura del sangue tendono allo stesso punto che quanto percepiamo attraverso i sensi non sembra più certo»⁸⁷⁸.

La natura del sangue «è tale da rarefarsi immediatamente», diversamente dall'olio e

876 Ibid. Ci troviamo di fronte a due concezioni diverse della diastole e della sistole, si veda É. Gilson, *Descartes, Harvey et la scolastique*, cit., pp. 92-93: p. 93, «le mouvement propre du cœur que nous ont décrit les scolastiques, Fernel et Descartes, sous le nom de diastole, est en réalité la systole». La diastole di costoro era, per Harvey, il gonfiamento di un muscolo che si contrae. È evidente che siano descrizioni opposte: per Descartes e i suoi predecessori, il cuore in diastole si riempie, mentre per Harvey è in sistole e si svuota. Per Descartes, inoltre, il cuore non è un muscolo, come Harvey sosteneva senza averlo dimostrato.

877 Plempius a Descartes (Lovanio, gennaio 1638), AT I, p. 498.

878 Descartes a Plempius (15 febbraio 1638), AT I, p. 529.

dalla pece a cui Plempl l'aveva paragonato. Pur equiparandolo al latte, Descartes tende a sfuggire il sistema di somiglianze a cui Plempl vorrebbe condurlo: «è un umore acqueo e terroso [...]. E tuttavia non si può dire che il sangue sia più acquoso [dell'acqua]. [...] E tuttavia il sangue non sembra essere più terroso [della farina]», scrive. Perdersi nell'analogia con le diverse fermentazioni non sembra più scientificamente produttivo. Plempl aveva asserito che esse non sono così rapide come quella che Descartes ritiene per il cuore, il filosofo le cita come esempio. La risposta di Descartes, inoltre, si concentra sull'esperienza anatomica, attraverso una spiegazione che si distingue nettamente da quella del *Discours*: «il calore del fuoco differisce sotto alcuni aspetti dal calore del cuore, non affermo pertanto che la rarefazione del sangue, che avviene nel cuore, sia simile in tutto a quella che si produce così artificialmente» nelle fermentazioni. Anche la spiegazione seguente, aggiunge alcune caratteristiche non presenti nel *Discours*: «quando il sangue si gonfia nel cuore, la maggior parte di esso prorompe fuori attraverso l'aorta e la vena arteriosa, ma all'interno ne rimane un'altra parte che, riempiendo le cavità interne dei suoi ventricoli, raggiunge qui un nuovo grado di calore e una certa natura simile al lievito»⁸⁷⁹, ed è proprio questa similitudine, in cui una parte del sangue fa il lievito di se stessa, che permette a Descartes di giustificare i diversi calori corporei che distinguono gli animali: non si «richiede – infatti – un grado di calore molto intenso, ma vario a seconda della varia natura del sangue»⁸⁸⁰.

La novità contenuta in questa epistola, rispetto al *Discours*, conferma la rilevanza del calore del cuore nell'anatomia cartesiana: alcuni argomenti sono più una logica conseguenza del sistema teorico, che una prova empirica a sostegno della teoria.

Alla quarta obiezione di Plempl – «se le arterie sono distese per il sangue [...] solamente la parte vicina al cuore, che immediatamente riceve quel sangue, pulserà; le

879 Ibid., p. 530.

880 Ibid., p. 531. Descartes aveva già scritto qualcosa di simile all'obiezione di Froidmond, «occorre che questo grado di calore vari in corrispondenza della varia natura dei liquidi, tanto che ce ne sono alcuni che si rarefanno appena tiepidi. [...] il sangue contenuto nelle vene d'ogni animale si avvicina molto a quel grado di calore che esso deve avere nel cuore, perché possa rarefarsi in un momento» (Descartes a Plemplius, 3 ottobre 1637, AT I, p. 416).

restanti non pulseranno nello stesso momento»⁸⁸¹ – Descartes aveva già risposto nella costruzione meccanica della circolazione del sangue, là dove dimostrava che vi è una spinta continua tra il sangue contenuto nelle arterie: quello che esce dal cuore spinge il sangue che gli sta d'innanzi, questo spinge quello successivo e via di seguito.

A queste, Plempl aggiunge tre obiezioni sulla circolazione del sangue. A noi interesserà solo la prima, sulla ragione della diversità tra sangue venoso e arterioso⁸⁸², mentre passiamo rapidamente sulla seconda, sulle febbri intermittenti, la cui ragione Descartes nega che risieda nelle vene, «opinione non costruita su alcuna ragione probabile [...] contro cui Fernel discute ampiamente nel libro 4, capitolo 9 della *Patologia*, tanto perché anche io confuti l'autorità con l'autorità»⁸⁸³, dimostrando che l'origine di quella credenza risiede nell'errore di un'opinione più che in una ragione evidente. La terza, infine, concerne l'esperimento delle vene legate, che «non persuade in modo probabile sulla circolazione del sangue, ma che la dimostra in modo evidente»⁸⁸⁴, scriverà il filosofo del metodo. La discussione sulla circolazione, infatti, trova Plempl pronto a concordare con Harvey e Descartes – «le altre affermazioni a favore della circolazione del sangue vanno bene: tale opinione, infatti, non mi dispiace affatto»⁸⁸⁵ –, in un esempio di convincimento scientifico di grande rilevanza. Si registra

881 Plemplius a Descartes (Lovanio, gennaio 1638), AT I, p. 498.

882 Cfr. Plemplius a Descartes (Lovanio, gennaio 1638), AT I, p. 499, «1. il sangue arterioso e quello venoso sarebbero così del tutto simili, anzi identici, cosa che contraddice l'autopsia. Quello è più giallo e brillante, questo è più nerastro e scuro». Harvey aveva ritenuto che si trattasse dello stesso sangue che circolasse nel corpo, senza alcuna differenza specifica; egli affermava che «gli spiriti non fossero dei corpi indipendenti, ma che sono una semplice proprietà e come una qualità del sangue» (É. Gilson, *Descartes, Harvey et la scolastique*, cit., p. 67).

883 Descartes a Plemplius (15 febbraio 1638), AT I, p. 533.

884 Ibid. «Mi persuado che quelle cose che scrivete siano vere, sebbene non l'abbia mai sperimentato, poiché il sangue che ristagna nelle vene legate – aggiunge – diverrà in breve tempo del tutto denso e poco idoneo a nutrire il corpo. Ma lì non ne scorrerà continuamente di nuovo attraverso le arterie [...], anzi, forse le stesse vene si sgonfieranno un poco, senza dubbio a causa del siero del sangue contenuto in esse che se ne va via con una insensibile traspirazione. Ma questo chiaramente non ostacola la suddetta traspirazione» (Ibid., pp. 533-534).

885 Plemplius a Descartes (marzo 1638), AT II, p. 54. Si veda anche [...]. V.F. Plemplius, *De fundamentis medicinæ*, II, 7. Inoltre, Plempl è citato come esempio di conversione nella prefazione all'edizione del *De motu cordis* del 1661. Questi riporterà la propria conversione a de Wale, senza dire nulla a Descartes in proposito, si veda AT III, p. 70, nota.

anche una differenza: secondo Harvey, infatti, «nessun cambiamento del sangue è inteso avvenire nel cuore»⁸⁸⁶, mentre Descartes dà ragione di questo cambiamento. Quest'ultimo rifiuta la concezione dell'anatomia tradizionale secondo cui il sangue muta colore per qualche operazione degli organi interni, mentre egli attribuisce al calore del cuore la causa di cambiamento della qualità esteriore del sangue, senza che ne muti l'essenza. È il medesimo sangue, infatti, che circola nelle vene e nelle arterie: la variazione fisica non ne ha cambiato la natura. Descartes ricorre al paragone con ambiti scientifici diversi, accostando il riscaldamento del sangue alla fusione di materiali: come il vetro e altre materie si trasformano nella fusione, così «il sangue che scorre in un'arteria si potrebbe paragonare al vetro che è uscito ardente dalla fornace; quello che scorre dalla vene può essere paragonato al vetro che viene cotto di nuovo a fuoco lento»⁸⁸⁷.

Questa risposta mostra l'intento cartesiano di spiegare ogni fenomeno legato alla circolazione all'interno di un sistema unitario di ragioni, che riconduce ad una fisica omogenea. Alle nuove obiezioni di Plempl sul movimento del cuore⁸⁸⁸, Descartes risponde con rinnovato vigore, salvando i fenomeni. Elenca esperienze che mostrano come le parti del cuore imitano il movimento delle altre parti. In particolare con un'esperienza specifica per contrastare l'obiezione secondo la quale il calore del cuore dei pesci non è così grande da produrre quel meccanismo. L'esperimento prosegue: e foste ora qui con me – scrive Descartes – non potreste non ammettere che anche negli animali più freddi questo moto procede dal calore: vedreste infatti che il piccolissimo

886 Descartes a Plemplius (15 febbraio 1638), AT I, p. 531. La questione è particolarmente interessante, sia per il fatto che Harvey aveva ragione, sia perché Descartes non si discosta troppo dalla tradizione scolastico-rinascimentale che cercava di distruggere.

887 Ibid., p. 532.

888 Cfr. Plemplius a Descartes (marzo 1638), AT I, p. 54. Le quattro nuove obiezioni possono riassumersi così: 1. le sue parti superiori pulsano senza la presenza di gocce di sangue: tale movimento, pertanto, si produce per altre ragioni; 2. «per quanto le arterie vengano strette e compresse da un corpo estraneo [...] il movimento non viene meno. [...] anche Galeno, nel libro *De administrationibus anatomicis* riporta la stessa cosa, meravigliandosi di come la base del cuore batta sino alla fine»; 3. il calore del cuore dei pesci non è così grande da rarefarne il sangue, non «in così poco tempo. Le nostre mani sono molto più calde del cuore dei pesci, ma non producono questo effetto quando trattengono il sangue dei pesci»; 4. il fermento cardiaco è definito un'immaginazione.

cuore di un'anguilla, estratto questa mattina sette o otto ore fa, già morto [...] e già secco [...], riprende di nuovo a vivere e a battere abbastanza velocemente se gli si avvicina, dall'esterno, un calore di media intensità»⁸⁸⁹.

Descartes è convinto che il calore del cuore spieghi tutti questi fenomeni, e non ritiene necessario portare altre esperienze oltre a quelle compiute. In questo senso il calore è il principio vitale; esso costruisce la cornice teorica che tiene connessi tutti gli altri fenomeni che ne discendono, e spiega ogni funzionamento della macchina corporea.

Anche negli appunti contenuti nell'*Anatomica*, tutte le esperienze di anatomia non inficiano il presupposto teorico del calore del cuore, ma «tutto ciò si accorda con le mie ragioni tanto esattamente, che nulla potrebbe farlo di più»⁸⁹⁰, scrive. Le prove sperimentali, così come quelle fornite da Harvey, hanno valore all'interno di un sistema teorico che si contrappone a quello della tradizione medica della scolastica. Per esempio la sezione di un cuore mostrava che «il seno destro era molto più corto di quello sinistro [...], e la sua carne molto più molle; la parete esterna quasi tre volte minore. All'interno ho trovato del sangue molto rosso, invece in quello sinistro, nero e scuro. La vena arteriosa sembrava anche alquanto più molle dell'aorta»⁸⁹¹. Caratteristiche fisiologiche che il filosofo considerava come conseguenza del calore del cuore: le nuove scoperte costituiscono un sistema di filosofia naturale completo e moderno, stabilito su quei principi meccanici con cui egli aveva legalizzato la fisica dei corpi minerali.

Più in generale, tutte le sezioni anatomiche descritte si sviluppano a partire dalla centralità del cuore e dalla circolazione sanguigna. Il funzionamento dei polmoni, del fegato, dello stomaco, e degli altri organi sembra al filosofo del metodo strettamente connesso al calore che si sviluppa dal cuore e che permette la circolazione. La centralità del movimento del cuore è ripetuta nelle lettere al Machese di Newcastle: «il calore degli animali consiste in ciò, che essi hanno nel cuore una specie di fuoco [...]

889 Descartes a Plempius (23 marzo 1638), AT II, p. 66.

890 R. Descartes, *Anatomica*, AT XI, p. 552.

891 *Anatomica*, AT XI, p. 572.

alimentato nel sangue, che scorre continuamente nel cuore»⁸⁹², «gli spiriti animali [...] sono] le parti più vive e più sottili del sangue, che si sono separate da quelle più grossolane, grazie al setaccio delle piccole ramificazioni delle arterie [...] e di là sono passate nel cervello»⁸⁹³, nella discussione con Thomas More, nella *Descriptio du corps humain*, «non si può dubitare che non ci sia calore nel cuore»⁸⁹⁴, fino alle *Passions de l'âme*: «non tralascierò qui di dire succintamente che, mentre viviamo, nel nostro cuore c'è un calore continuo che è una specie di fuoco che il sangue delle vene conserva lì, e che questo fuoco è il principio corporeo di tutti i movimenti delle nostre membra»⁸⁹⁵.

La spiegazione meccanica che pone al centro il calore del cuore come causa della vita animale è il sistema teorico entro cui le funzioni degli organi si coordinano tra loro, in cui la macchina si muove, agisce, patisce e prova sensazioni. Ogni esperimento di dissezione ne conferma l'ordine metodico, che si amplia, ma non varia: le diverse funzioni corporee, infatti, sono riportate ad un'unica classe concettuale, in cui si intuisce come il calore del cuore sia anche la causa del suo movimento e il modo in cui esso si perpetua. Ne *La Description du corps humain*, infatti, la spiegazione è ampliata dagli esperimenti di cui ha discusso nella corrispondenza: l'esame anatomico è una vera e propria osservazione, un'opera di sezionamento e analisi delle singole parti che compongono il cuore, le arterie e le vene. Il sistema, complesso nella sua totalità, è ridotto alle parti singolari: l'analisi segue un filo molto semplice che ha al suo centro il calore del cuore come fonte vitale: «finché l'animale è in vita, esso [il cuore] ha sempre in sé più calore di quanto non ne abbia qualunque altra parte del corpo»⁸⁹⁶, scrive Descartes. In quest'opera egli ripercorre la descrizione della fisiologia animale. Si contrappone ad Aristotele, che pure aveva sostenuto la tesi del calore del cuore, «sembra che Aristotele vi abbia pensato», scrive, aggiungendo una critica metodica ai fondamenti della filosofia naturale aristotelica e alla scienza dello Stagirita: «poiché egli

892 Descartes al Marchese di Newcastle (aprile 1645), AT IV, p. 189.

893 Ibid., p. 191.

894 *Description du corps humain*, Seconde partie, “Du mouvement du Cœur et du Sang”, VIII, “Qu'il y a de la chaleur dans le cœur, et de quelle nature elle est”, AT XI, p. 228.

895 *Les passions de l'âme*, art. VIII, “Quel est le principe de toutes ces fonctions”, AT XI, p. 333.

896 *Description du corps humain*, II, art. X, “Comment le cœur et les artère se meuvent”, AT XI, p. 231.

non fa in quel luogo alcuna menzione del sangue, né della fattura del cuore, si vede che è solo per caso che Aristotele si è trovato a dire qualcosa di vicino alla verità»⁸⁹⁷, così come si distingue dallo stesso Harvey: b3nché riconosca a questi la primalità della scoperta della circolazione⁸⁹⁸, Descartes sostiene che Harvey, per non aver individuato una causa alla circolazione, abbia inserito la propria scoperta all'interno della filosofia naturale aristotelica. Il medico inglese riteneva che il movimento del cuore dovesse essere prodotto da qualcosa che, secondo Descartes, egli non era riuscito a definire: «supponendo – scrive il filosofo – che il cuore si muova nel modo in cui Harvey descrive, non solo si deve immaginare qualche facoltà che causa questo movimento, la cui natura è quanto più difficile da concepire [...]; ma bisognerebbe supporre altre facoltà che cambiassero le qualità del sangue mentre è nel cuore»⁸⁹⁹. Inoltre, benché ammetta i propri debiti nei confronti degli anatomisti Rinascimentali⁹⁰⁰, molti dei quali erano conosciuti dallo stesso Harvey, tuttavia, Descartes riprende da essi prevalentemente l'istanza di attenzione anatomica, tenendosi ben lontano da ogni interpretazione animista o astrale che aveva caratterizzato i tentativi rinascimentali di

897 *Description du corps humain*, II, XVIII, “*Réfutation d'Hervæus touchant le mouvement du cœur, avec les preuves de la vraie opinion*”, AT XI, pp. 244-245.

898 Cfr. *Ibid.*, II, XVII, “*Les raisons qui prouvent cette circulation*”, AT XI, p. 239, «questo movimento circolare del sangue è stato per la prima volta osservato da un medico inglese, che si chiama Harvey, al quale non potremmo mai attribuire troppe lodi per una scoperta così utile». Si veda anche Descartes al Marchese di Newcastle (aprile 1645), AT IV, p. 189, «secondo la circolazione che Harvey, Medico inglese, ha assai felicemente scoperto».

899 *Ibid.*, II, XVIII, AT XI, pp. 243-244.

900 Descartes si riferisce a Fernel (Descartes a Plempius, 15 febbraio 1638, AT I, p. 533), a Vesalio (Descartes a Mersenne, 20 febbraio 1639, AT II, p. 525), a Girolamo Fabrici d'Acquapendente (Descartes a Mersenne, Egmond-Binnen, 2 novembre 1646, AT IV, p. 555), a Caspar Bauhin (*Anatomica*, AT XI, pp. 591-592), ma Descartes si riferisce a quest'ultimo anche ne *L'Homme* nella definizione della ghiandola pineale come «ghiandola H», come deve aver letto nel *Theatrum anatomicum*. In proposito si vedano A. Bitbol-Hespériès, *Le principe de vie chez Descartes*, cit., p. 195; e anche A. Bitbol-Hespériès, *Descartes, Harvey et la médecine*, in *Descartes et la renaissance*, Actes du colloque international de Tours des 22-24 mars 1996, Paris, Champion, 1999, pp. 323-341, in particolare le pagine in cui insiste sulla formazione medica completamente nederlandese: «aux Pays-Bas, où le premier tiers du dix-septième siècle marque un regain d'intérêt pour Vésale [...]. Cet aspect de la vie médicale est également souligné dans le célèbre tableau peint par Rembrandt, en 1632 à Amsterdam, – c'est-à-dire au moment précis, et dans le lieu même où Descartes se prépare à rédiger la partie du *Monde* consacrée à l'*Homme* –, tableau intitulé *la leçon d'anatomie du docteur Tulp*» (pp. 328-329 e ss.).

fornire una spiegazione coerente all'origine della vita. Ben distante, cioè, da quell'identità tra macrocosmo e microcosmo suggerita da Paracelso, che sosteneva la presenza di un corpo astrale invisibile che mettesse in contatto il corpo umano con le parti dell'universo e che, nel ricercare l'azione dell'invisibile sulle cose visibili, aveva inserito la scienza medica all'interno delle teorie neoplatoniche. L'enfasi sulle corrispondenze e la tendenza ad assegnare un potere o virtù agli individui, infatti, si collegava all'attenzione per gli influssi astrologici, ad una medicina meno costruita su una misurazione quantitativa e su una comprensione matematica, e sviluppava un'attenzione per le individualità connesse a virtù intrinseche facilmente etichettabili come arcani. Era la magia, quindi, a svelare le influenze invisibili e a insegnare la patologia, cioè come agisse la simpatia cosmica e come il cosmo si combinasse con il sistema del nostro corpo. Anche la cura, inoltre, si determinava attraverso la conoscenza degli arcani. Se oggi possiamo trovare qualche aspetto pre-moderno nella teoria paracelsiana⁹⁰¹, tuttavia la cornice magica in cui queste teorie sono inserite gioca un ruolo fondamentale, che Descartes poteva solamente tenere a debita distanza: la corrispondenza col firmamento e la doppia condizione umana, di essere ancorato in un mondo visibile di materia e in un altro invisibile di azioni e potenze rappresenta per il filosofo del metodo una teoria spaventosa e completamente errata della scienza. L'influenza di Paracelso, in ogni caso, resterà molto forte per tutto il XVII secolo, tanto che Jean-Baptiste Van Helmont, noto per aver introdotto l'uso del termine gas nel linguaggio scientifico, nonostante le tante differenze può esserne considerato un erede⁹⁰².

Oltre che da un punto di vista squisitamente teorico, la distanza dal Rinascimento si

901 Si veda su Paracelso W. Pagel, *Paracelsus. An Introduction to Philosophical Medicine in the Era of the Renaissance*, Basel, New York, Karger, 1982².

902 Sul rapporto tra van Helmont e Paracelso, si veda W. Pagel, *Van Helmont's Concept of Disease – To Be or Not To Be? The influence of Paracelsus*, in *Bulletin of the History of Medicine*, XLVI, 1972, pp. 419-454, oggi in W. Pagel, *From Paracelsus to Van Helmont. Studies in Renaissance Medicine and Science*, ed. by M. Winder, London, Variorum, 1986, p. 449, «the difference between Paracelsus and Van Helmont is not one of general principle, but of shift of emphasis. It follows from van Helmont's opposition to microcosmic analogies and astral influences with which Paracelsus' concept was encumbered [...] Van Helmont believed disease to be a visible and apprehensible object [...]. True to Platonic principles it was first an Idea – the *Idea morbosus* before it became “flesh”».

completa con la distanza di Descartes dalla sperimentazione moderna, capace sì di trovare ottimi risultati, ma incapace di studiarli nel loro contesto teorico completo. La precisione pratica, infatti, non può limitarsi, nel pensiero di Descartes all'esperienza di singolarità disgiunte: infatti, si prova che le stesse esperienze ci danno spesso occasione di ingannarci, quando non esaminiamo abbastanza quali possano essere tutte le loro cause»⁹⁰³. Contro la casualità di tante ricerche scientifiche, infatti, Descartes ritiene di dover ricostruire un ordine di ragioni vero.

William Harvey, per esempio, aveva inserito la propria scoperta nel sistema di filosofia naturale ricevuto dalla tradizione: nell'ossatura dell'aristotelismo, infatti, le nuove esperienze trovano posto e la teoria della circolazione ne aggiorna le peculiarità, senza trasformarne la teoria. La filosofia naturale di Harvey, infatti, continua ad utilizzare l'apparato filosofico aristotelico, senza aver la necessità di indagare le cause delle proprie scoperte anatomiche, né le cause finali della circolazione: la sua è principalmente una tecnica sperimentale inserita in una filosofia naturale tradizionale da cui non riproponeva la giustificazione delle cause⁹⁰⁴. La filosofia anatomica che trattava di “azione, funzione e scopo” e del rapporto microcosmo-macrocosmo, a cui Harvey faceva riferimento sia nella spiegazione della circolazione sia nelle lezioni anatomiche, era tratta in parte da Aristotele e derivata dai tesi tradizionali di anatomia e medicina; è la filosofia naturale diffusa e comune anche nella maggior parte dei trattati medici della prima parte del XVII secolo⁹⁰⁵. Per il medico inglese, tale filosofia naturale è soprattutto

903 *Description du corps humain*, II, XVIII, “*Réfutation d'Hervæus touchant le mouvement du cœur, avec les preuves de la vraie opinion*”, AT XI, p. 242.

904 Si veda, R. French, *William Harvey's natural philosophy*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994, p. 310, Harvey «began as an anatomy lecturer who used a scholastic apparatus that included the Aristotelian and partly too Galenic notion [...]. He discovered the circulation as a result of experimentally establishing an earlier thesis and presented it with a confident experimental argument which was part of the natural philosophy that he had acquired during his education; he did not feel the need to justify it. Nor did he feel the need to find the purpose, or final cause, of the circulation as an essential part of 'knowledge' of it. While some of his enemies picked on this lack of justification of his natural philosophy and on the lack of a final cause of circulation, his followers picked up his experimental technique».

905 Il paragone tra cuore e sole, infatti, presente nella dedica a Carlo I del *De Motu Cordis*, era inserita nel *De Occulta philosophia* di Agrippa (Agrippa, *De occulta philosophia libri tres*, lib. II, cap. XXVII), nell'opera di Fludd (Fludd, *Utriusque cosmi*, t. II, “*De microcosmo interno*”, 1619, Tract. I,

un quadro di riferimento, poiché la conoscenza del fenomeno circolatorio deriva dall'esperienza anatomica e non dalla disposizione di una teoria. In tal senso la tradizione teorica si affianca all'esercizio sperimentale di dissezione; il medico interpreta e impiega Aristotele in modalità coerenti con la medicina del XVII secolo, prediligendo la pratica sperimentale a scapito del quadro teorico in cui egli mescolava Aristotele alle analogie cuore-Sole proprie del rapporto macrocosmo-microcosmo della scienza Rinascimentale; l'amicizia tra Harvey e Fludd, infatti, era stata dichiarata da quest'ultimo⁹⁰⁶.

Benché riconosca la primalità del medico inglese, Descartes rifiuta lo sfondo teorico da cui egli dipendeva⁹⁰⁷, rifiuta il primato dell'esperienza che la modernità ammetteva,

lib. VIII, p. 176; Tract. I, lib. III, p. 83, p. 105), ne *L'Histoire anatomique* d'A. Du Laurens (Du Laurens, *L'Histoire anatomique*, lib. I, cap. II, p. 9), nell'*Anthropographie* di J. Riolan (in *Les Œuvres anatomiques de M. Jean Riolan*, trad. P. Constant, Paris, Moureau, 1629, p. 537), in Keplero (J. Kepler, *Ad Vitellionem* paralipomena, cap. I, prop. XXXII; e J. Kepler, *Astronomia nova*, cap. XXXIII) e in Bauhin (C. Bauhin, *Theatrum anatomicum*, 1621, p. 216).

906 Cfr. W. Pagel, *William Harvey's Biological Ideas. Selected Aspects and Historical Background*, Basel, New York, Krager, 1967, pp. 113-117: p. 114, «the first recognition of Harvey's discovery in print come from R. Fludd's *Medicina Catholica* of 1629 (pl. 18, 19)»; p. 117, «it was, then, no rhetorical phrase when Fludd called Harvey his friend, but the token of a close acquaintance [...]. Fludd was the first to stand up for the truth of Harvey's discovery. We know that he attended Harvey's anatomical demonstrations in which the latter [...] had communicated his ideas». Fludd, tuttavia, continuerà a ricercare nella circolazione un argomento mistico, là dove Harvey si concentrerà sempre sull'aspetto sperimentale.

907 Cfr. A. Bitbol-Hespériès, *Descartes, Harvey et la médecine de la renaissance*, in *Descartes et la renaissance*, cit., p. 340, «Descartes se sépare nettement d Harvey, puisque Descartes met en cause ce cadre conceptuel dont Harvey a hérité, et dans lequel il a inscrit sa brillante découverte de la circulation du sang et du mouvement du cœur». Si veda W. Harvey, *De motu cordis*, I, cap. VIII, in *The Works of W. Harvey, M.D., Physician to the King, Professor of Anatomy and Surgery to the College of Physician*, trans. by R. Willis, New York, London, Johnson, 1965, p. 46, «which motion we may be allowed to call circular, in the same way as Aristotle says that the air and the rain emulate the circular motion of the superior bodies; for the moist earth, warmed by the sun, evaporates»; p. 47, «the heart, consequently, is the beginning of life; the sun of the microcosm, even as the sun in his turn might well be designated the heart of the world; for it is the heart by whose virtue and pulse the blood is moved, perfected, made apt to nourish, and is preserved from corruption and coagulation; it is the household divinity which, discharging its function, nourishes cherishes quickens the whole body [...]. But of these things we shall speak more opportunely when we come to speculate upon the final cause of this motion of the heart».

Si vedano anche A. Bitbol-Hespériès, *Cartesian physiology*, in *Descartes' Natural Philosophy*, cit., pp. 362-368. E W. Pagel, *William Harvey's Biological Ideas*, Basel, Krager, 1967; W. Pagel, *New Light on William Harvey*, Basel, New York, Krager, 1976.

ed erige una nuova teoria, una nuova filosofia naturale in cui l'esperienza si accordi alla ricerca della causa, in cui l'esperimento sia guidato dalla ragione e ordinato ad essa, inserendo la scoperta della circolazione sanguigna in un contesto meccanico moderno, all'interno di un ordine razionale stabilito sulle idee chiare, distinte ed evidente, cioè un ordine intelligibile.

La ricostruzione anatomica, così, ha nella circolazione sanguigna non soltanto un fenomeno singolare e complesso, ma il centro di una spiegazione più ampia, che considera il corpo umano come un sistema di fenomeni diversi, ma riuniti dal calore del sangue.

3.B. La nutrizione e altre funzioni

Ne *L'Homme* e nella *Description du corps humain* Descartes collega la circolazione sanguigna alle altre funzioni corporee. Ne *L'Homme* la ricostruzione partiva proprio dalla digestione, cioè un meccanismo di separazione e rottura delle parti del cibo, che viene riscaldato e agitato, «così come l'acqua comune fa con quelle della calce viva, o l'acquaforte con quelle dei metalli»⁹⁰⁸. È un processo di fermentazione, «la nozione più importante di tutta la sua biologia»⁹⁰⁹, quello che avviene nello stomaco, là dove i cibi sono riscaldati e rotti, «così come fa il fieno nuovo quando, prima che sia secco, lo si comprime nei granai»⁹¹⁰. L'agitazione di queste parti è dovuta ai liquidi che il cuore vi apporta, e dopo essere state spezzettate alla disposizione dei piccoli filamenti di cui si compongono le viscere, sono rimessi in circolo. La nutrizione, dunque, è un accrescimento che avviene per la mutazione delle piccole parti dei corpi e per la loro assimilazione attraverso l'immissione di essi nelle viscere.

Di queste particelle agitate e sottili alcune giungono fino al fegato, altre vengono portate altrove. Nel fegato giungono ancora mescolate in modo imperfetto, qui «questo

908 *L'Homme*, I, III, AT XI, p. 121.

909 G. Micheli, *Introduzione*, a *Opere scientifiche di René Descartes*, I, *La Biologia*, Torino, UTET, 1966, p. 13.

910 *L'Homme*, I, III, AT XI, p. 121. Si veda anche la spiegazione che Descartes dà della fermentazione in *Principia philosophiæ*, IV, art. XCII, “*In iis quæ incalescunt et non lucent: ut in fæno incluso*”, AT VIII-1, pp. 256-257.

liquido diviene più sottile, si elabora, prende il suo colore e acquisisce la forma del sangue, proprio come il succo dell'uva nera, che è bianco, si trasforma in vino chiaretto quando lo si lascia fermentare»⁹¹¹.

Di seguito, Descartes spiega la funzione della respirazione, che «serve solamente a ispessire questi vapori»⁹¹² e a permettere la circolazione. Infatti, è attraverso la circolazione che le particelle del sangue cariche di fonti nutrizionali «vanno ad urtare [...] le radici di certi piccoli filamenti che, uscendo dalle estremità dei piccoli rami di queste arterie, compongono, a seconda dei diversi modi in cui si uniscono o si intrecciano, le ossa, le carni, le pelli, i nervi, il cervello e tutti il resto delle membra solide»⁹¹³.

La digestione e il nutrimento, così, si spiegano attraverso principi meccanici ordinati dal calore del sangue scaldatosi nel cuore. È questo calore, infatti, ad azionare la fermentazione nello stomaco e a condurre le parti del cibo digerito verso quelle ramificazioni da cui queste parti sono condotte a costruire i diversi pezzi del corpo. La macchina del corpo cresce così come avviene nelle piante: il meccanismo è lo stesso. Vi sono dei rivoli che trasportano queste parti, le quali si aggiungono, mattone su mattone, alle altre. Gli *Anatomica*⁹¹⁴ ne testimoniano gli studi e le esperienze.

Nella *Description du corps humain* Descartes dedica un'intera parte alla nutrizione, che si connette sempre al movimento del sangue. Le parti riscaldate del cibo giungono a piccoli filamenti che percorrono tutto il nostro corpo e scorrendo all'interno di questi filamenti, le parti fluide «fanno sì che questi piccoli filamenti s'avanzino costantemente»⁹¹⁵ fino a giungere alla fine di questi, escono in superficie ed accrescono il corpo. Se la digestione è un processo di fermentazione e se il movimento è un processo di agitazione dei corpi, la nutrizione è un esercizio di disposizione meccanica

911 *L'Homme*, I, IV, “*Comment le chyle se convertit en sang*”, AT XI, p. 123.

912 *L'Homme*, I, VI, “*Quel est l'usage de la respiration en cette machine*”, AT XI, p. 124.

913 *L'Homme*, I, IX, “*Comment se fait la nutrition en cette machine, et comment elle croît*”, AT XI, p. 126.

914 Cfr. *Anatomica*, AT XI, pp. 596-598.

915 *La description du corps humain*, III, *De la Nutrition*, art. XX, “*Que les corps qui ont vie ne sont composés que de petits iflets, ou ruisseaux, qui coulent toujours*”, AT XI, p. 248.

delle parti fluide, giacché «non c'è alcuna differenza tra le parti che vengono chiamate *fluidi*, come il sangue, gli umori, gli spiriti, e quelle che vengono chiamate *solidi*, come le ossa, la carne, i nervi e le pelli se non per il fatto che ciascuna particola di queste ultime si muove molto più lentamente di quelle delle altre»⁹¹⁶. L'ordine di accrescimento del corpo, inoltre, segue la disposizione di queste parti in luoghi precisi: è evidente che le parti che formano le ossa si dirigono verso le ossa e non verso la pelle. Non per chimere incomprensibili o per l'intelligenza finalistica delle parti del corpo, bensì perché queste parti hanno un'estensione specifica che si adatta «alla grandezza e la figura dei pori in cui entrano»⁹¹⁷. Vi sono diversi pori nei filamenti, ma solo alcuni corpi vi possono passare, così che ogni piccola parte sia diretta dove deve andare. In caso contrario, come negli esempi che la corrispondenza di Mersenne gli sottopone, non si deve immaginare di essere di fronte ad un miracolo, ma solamente ad un probabile errore meccanico.

Questo movimento di fluidi e di particole accresce il corpo, produce l'urina e produce gli spiriti animali che si muovono nel cervello e nei nervi. Le parti più vive di questo sangue, aggiunge Descartes, «si dirigono nelle concavità del cervello in quanto le arterie che ve lo portano sono quelle che più in linea retta vengono dal cuore»⁹¹⁸, conservano e nutrono la sostanza del cervello, ma servono «principalmente a produrvi un certo vento molto sottile o piuttosto una fiamma molto viva e molto pura che viene chiamata *gli Spiriti Animali*»⁹¹⁹. Descartes procederà di seguito a descrivere le parti del cervello e il loro funzionamento, dedicando la seconda parte de *L'Homme* al movimento della macchina permesso dagli “spiriti animali”⁹²⁰, ma si può notare come la causa di tutto questo si possa trovare nel calore del sangue che nutre il cervello, e specificamente la

916 *Ibid.*, p. 247.

917 *Ibid.*, art. XXIV, “*Des deux causes qui déterminent chaque partie de la liqueur à s'aller rendre à l'endroit du corps qu'elle est propre à nourrir*”, AT XI, p. 250.

918 *Ibid.*, XII, “*Que ses plus vives et plus subtiles parties vont au cerveau*”, AT XI, p. 128.

919 *Ibid.*, XIV, “*Des Esprits animaux; ce que c'est, et comment ils s'engendrent*”, AT XI, p. 129. Si veda anche *Les passions de l'âme*, art. X, “*Comment les esprits animaux sont produits dans le cerveau*”, AT XI, pp. 334-335, in cui Descartes continua a ritenere che sia l'azione riscaldatrice del cuore ad agire sul sangue rimpicciolendo delle parti che entreranno nel cervello per formare questi spiriti.

920 Cfr. *Ibid.*, II, *Comment se meut la machine de son Corps*, XV, “*Que les Esprits animaux sont le grand ressort qui fait mouvoir cette machine*”, AT XI, p. 130.

ghiandola H, o pineale, affinché li produca. Tutto, quindi, sussegue al calore del cuore e alle operazioni meccaniche che questo produce, posto dal metodo all'interno di un sistema legale.

3.C. La generazione dei corpi animali

Descartes si accorge che il principio meccanico che esplica il movimento del cuore è necessario ma non sufficiente ad una spiegazione esauriente della vita, perché il calore stesso del cuore è, a sua volta, effetto di un altro principio più generale, che solo gli studi embriologici possono scoprire. La conoscenza delle cause non si può arrestare alla disposizione degli organi, così come era per la conoscenza delle pietre, ma deve andare oltre la funzionalità interna. L'ordine metodico non ha fallito, ma la complessità dei viventi necessita di uno studio della causa del calore. «Spiegare unicamente le funzioni dell'animale», come riportato dal *Colloquio con Burman*, non avviene solamente mediante la descrizione del funzionamento degli organi: l'ha potuto fare a mala pena attraverso lo studio anatomico, dice, mentre era «necessaria la spiegazione della conformazione dell'animale sin dall'origine [*ab ovo*]»⁹²¹.

D'altra parte l'aveva già scritto a Mersenne nel 1639, quando ammetteva che la sua indagine non poteva limitarsi alla spiegazione delle funzioni organiche distinte ma, cercando un'unità fisica, doveva concernere anche la formazione stessa degli organi.

Se mi accingessi a ricominciare il mio Monde – scrive –, dove ho supposto il corpo di un animale tutto formato e mi sono accontentato di mostrarne le funzioni, indicherei anche le cause della sua formazione e della sua nascita. Ma, pur sapendo questo, non so ancora abbastanza da poter guarire anche solamente una febbre.⁹²²

Lo dice anche a Elisabetta, quando disquisisce sulla necessità di studiare *ab ovo* la generazione del vivente, «il modo, cioè, in cui si forma l'animale cominciando dalla sua

921 *Colloquio con Burman*, AT V, p. 171.

922 Descartes a Mersenne (20 febbraio 1639), AT II, p. 525.

origine»⁹²³: e s spiegare così l'origine del calore del cuore, ovvero l'origine della vita.

Dalla descrizione delle funzioni de *L'Homme*, il cui limite epistemologico si dava nell'ipotesi supposta di un Dio che formi il corpo, supposizione equivalente alla favola del mondo, passando per l'efficacia scientifica del *Discours* che ne riproponeva l'incertezza ipotetica, si giunge allo studio genetico della *Description du corps humain*, in cui Descartes dà i risultati dei propri studi embriologici. La differenza con la fisica dei materiali inanimati è evidente: la generazione degli animali ha un ruolo fondamentale per comprenderne i funzionamenti.

È un diverso tipo di storia, quella indagata da Descartes, rispetto all'*historia* degli organi con cui iniziavano le lezioni anatomiche harveiane sulla scia della tradizione aristotelica, ovvero una descrizione degli organi che suddivideva il corpo in tre parti: addome, torace, testa. Questa era intesa come classificazione di organi, mentre la storia cartesiana è un esame sperimentale della genesi e della formazione degli organi: curiosa e comune la prima, particolare e scientifica la seconda, in una distinzione che disciplina la storia naturale e che troviamo già esplicitata in una lettera a Mersenne del dicembre 1630. Infatti, interrogato sull'utilità degli esperimenti, Descartes aveva distinto tra le ricerche comuni e quelle più particolari, tra le raccolte generali e le indagini più specifiche, tra le descrizioni e le spiegazioni scientifiche. Inoltre, in un'interessante divisione del lavoro scientifico aveva richiesto a Mersenne – la cui curiosità era nota – di ricercare «se il corpo di tutti gli animali è diviso in tre parti, *caput*, *pectus*, e *ventrem*»⁹²⁴, secondo un interesse che seguiva la linea tradizionale dell'anatomia e che Descartes riteneva utile, ma limitato.

L'esame delle funzioni organiche si complica in una sorta di storia biologica degli esseri viventi: Descartes, infatti, è convinto che nell'esame genetico si apra una strada importante e necessaria per dare completezza allo studio delle funzioni organiche. Lo ammetteva nello stesso *Discours*, là dove ne scriveva l'importanza:

poiché non ho ancora abbastanza conoscenze per parlarne nello stesso

923 Descartes a Elisabetta (Egmond-Binnen, 31 gennaio 1648), AT V, p. 112.

924 Descartes a Mersenne (Amsterdam, 23 dicembre 1630), AT I, p. 196.

modo che tutto il resto, cioè dimostrando gli effetti attraverso le cause, e facendo vedere a partire da quali elementi [*semences*] et in quale modo la natura li deve produrre, mi accontentai di supporre che Dio formasse il corpo di un uomo interamente somigliante a quello dei nostri, sia nella figura esteriore delle sue membra, che nella conformazione interna degli organi [...] solo eccitando nel suo cuore uno di quei fuochi senza luce.⁹²⁵

Dalle osservazioni delle Primæ cogitationes circa generationem animalium alle esperienze degli Anatomica

Lo studio dell'embriologia si articola tra vari scritti: dalle *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, una raccolta di osservazioni e riflessioni generali, agli *Anatomica*, una raccolta di esperienze anatomiche dirette, veri diari di laboratorio in cui lo scienziato registra i propri esperimenti. Questi sono a loro volta raccolti nella quarta e quinta parte della *Description du corps humain*, là dove egli riporta i risultati ottenuti.

Negli *Anatomica* si alternano le descrizioni delle dissezioni di animali adulti a quelle eseguite sui feti. L'attenzione metodica di Descartes non si ferma: la scienza ha bisogno di esperienze ordinate. Interessanti sono le osservazioni su «un vitello di due o tre mesi, tolto dall'utero»⁹²⁶. Descartes comincia ad osservarne le caratteristiche esteriori: il sacco coriale del feto, la disposizione del feto: la testa, il dorso, la contorsione dell'ombelico, l'acqua in cui galleggiava, le formazioni ossee e cartilaginose: le ginocchia stavano crescendo, mentre i piedi sono già formati, l'apparato riproduttore. Passa poi all'analisi anatomica: i fori del cervello sono già formati, così come il palato, dentellato da fessure «che sembravano essere state fatte da una flatulenza spinta dal cervello nel palato», lo stomaco è «pieno di un liquore glutinoso e molto più spesso di quello in cui galleggiava il feto; perciò gli intestini digiuni erano bianchi», il cervello è «diviso in tre parti» con poco midollo, il cuore, «grande come una nocciola [...] insieme al pericardio non più

925 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, pp. 45-46.

926 *Anatomica*, II, AT XI, p. 574.

grande di uno dei ventricoli del cervello», i «polmoni erano molto rossi e non solidi, ma come sangue che si rapprendeva; e anche il fegato, ma più nereggiante», i «reni erano molto grandi e nereggianti», la «milza, ben viva, e di un rosso molto splendente come se fosse ceruleo, aderiva allo stomaco»⁹²⁷. A ciò si aggiunge la dissezione di un vitello portatogli il giorno stesso del parto e a quella di un vitello estratto dall'utero «cinque o sei settimane dopo il concepimento»⁹²⁸, in cui Descartes nota soprattutto la disposizione delle vene e dell'intestino; inoltre, «tutto il feto era pieno di sangue nereggiante; dal che giudico essere grande il calore del sangue dal quale viene formato, che è soltanto quello purissimo, si intende, che arriva attraverso le arterie della madre»⁹²⁹. Dall'ombelico, quindi, passando per le arterie, il sangue comincia a sviluppare i primi organi più importanti: è da qui, pertanto, che attraverso il sangue della madre arriva quel calore necessario alla formazione del cuore e all'inizio del movimento circolatorio. È il calore del sangue materno a comporre gli organi trasportando il materiale. Il colore rossastro diffuso su tutto il corpo del feto è l'indizio della funzione del calore del sangue. La «parte sinistra dei polmoni era molto rossastra, invece la parte superiore destra era biancheggiante e quella inferiore un po' più rossa»; «la carne di questo ventricolo destro era notevolmente più rossastra della carne del ventricolo sinistro»⁹³⁰. Il ruolo del sangue e la disposizione delle vene e delle arterie⁹³¹, inoltre, spiega l'ordine in cui gli organi sono disposti, «è qui – scrive – che ritengo si debba cercare tutta la spiegazione del perché il fegato è nel lato destro, la milza in quello sinistro»⁹³². La causa dipende dal passaggio dell'arteria, poiché la formazione degli organi avviene per il flusso del sangue: «nello stesso tempo in cui l'arteria, procedendo oltre, ha cominciato a risalire la vena e a tendere verso le viscere e da qui, lungo i lati della vescica e divisa in due, verso

927 *Ibid.*, pp. 576-577.

928 *Ibid.*, p. 583; questa esperienza risale al novembre 1637, com'è scritto in margine al manoscritto.

929 *Ibid.*, p. 584.

930 *Ibid.*, pp. 585-586.

931 Cfr. *Ibid.*, “*Observationum Anatomicarum Compendium de partibus inferiori ventre contentis*”, 1637, AT XI, p. 589, «Le arterie ombelicali che vengono da quelle intestinali fino all'ombelico e la vena che viene dall'ombelico al fegato mostrano che il sangue dapprima è sceso dal cuore alle viscere attraverso l'aorta, e da qui è ritornato all'ombelico congiunto alla placenta dell'utero dove, mescolandosi al sangue della madre, è ritornato al fegato del feto attraverso la vena ombelicale».

932 *Ibid.*

l'ombelico; dal che deriva anche la posizione dei reni [...]. E in Bauhin si trova una storia singolare [*insignis*] di un tale che aveva il rene sinistro collocato vicino alla vescica e gli altri vasi disposti in un modo meraviglioso. E tutte queste cose sembra siano accadute per ciò soltanto, che l'arteria, per risalire la vena, era passata attraverso la metà della vena emulgente sinistra». Meraviglia agli occhi dei più, ma la causa di ciò va ricercata nella formazione degli organi: l'arteria, «sforzandosi di procedere oltre, ha cercato qui di aprirsi una via in ogni direzione»⁹³³. L'esempio preso dalle *Institutiones anatomicæ* di Bauhin è ordinato alla spiegazione metodica: mentre quest'ultimo sostiene che la struttura delle vene abbia una funzione anti-reflusso, Descartes ritiene che debbano «impedire l'irruzione del sangue dalle vene nei reni»⁹³⁴.

Da un lato Descartes nota la diversa disposizione degli organi, nell'embrione per esempio «la milza [è] collocata verso la spina dorsale nel mezzo del corpo e il fegato verso l'ombelico», la «bile gialla – inoltre – [ha] occupato il centro del fegato [...]: sembra che le parti più amare del sangue siano cadute spontaneamente laggiù», contrariamente a quanto dicono i libri sulla vena cava «risulta che [...] viene fuori sicuramente dal fegato»⁹³⁵.

Dall'altro ricostruisce la formazione degli organi sulla linea del sangue. Il principio di formazione del feto è lo stesso di quello della nutrizione: i vasi sanguigni trasportano materia che si aggrega nei diversi apparati. Descartes aggiunge, inoltre, che «la formazione delle piante e degli animali è simile» poiché «derivano da parti della materia avvoltole in cerchio in virtù della forza del calore», le piante si muovono solo in cerchio, mentre le piccole parti di materia che costituiscono gli organi degli animali «si avvoltono sfericamente e in ogni parte»⁹³⁶. Ricondotta alla fisica meccanica, la generazione accomuna animali e piante, aggiungendo complessità fisiche evidenti: le loro parti non si accrescono per la giustapposizione della materia, come era per le pietre, ma per una azione di fermentazione che produce un movimento solo circolare per le

933 *Anatomica*, “*Observationum...*”, AT XI, p. 591.

934 *Ibid.*, p. 592.

935 *Ibid.*, pp. 592-593.

936 *Ibid.*, Parte IV, *Appunti anatomici*, AT XI, p. 595.

parti delle piante, sferico per quelle dell'animale. Il movimento permette ai diversi corpi di aggregarsi tra di loro e la figura di questi consente che le piccole parti simili si uniscano assieme. L'origine di tutto è il calore del sangue: come nella nutrizione ha un effetto di fermento per i cibi nello stomaco e di induzione al movimento quando arrivano nelle arterie, così nella formazione degli organi è il calore del sangue a spingere le piccole parti a formare gli organi.

Se è chiaro il ruolo del calore (la fermentazione), il meccanismo di costruzione delle parti (estensione e movimento), occorre risalire ad un punto precedente che spieghi la ragione dell'ordine di formazione degli organi. In un appunto datato dicembre 1637, Descartes afferma al di là di ogni dubbio, «che gli animali si generano in primo luogo per il fatto che i semi del maschio e della femmina, mescolati e rarefatti dal calore, da una parte secernono la materia dell'arteria aspra e dei polmoni, dall'altra la materia del fegato; e in seguito dall'incontro di queste due si accende il fuoco nel cuore»⁹³⁷. Ritroviamo un ordine simile anche nelle *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, in cui Descartes sostiene che

all'inizio del concepimento, il fegato occupa l'intera cavità inferiore del feto. Dopo però che si è generato il cuore, e dopo che la vena cava che emerge dal centro del fegato, è salita lungo il lato destro, il fegato inizia a recedere di più verso il lato destro.⁹³⁸

E

sospetto che tutto ciò è avvenuto così. All'inizio, la materia dei polmoni era nel mezzo del torace a guisa di un globo e il fegato era, a guisa di un altro globo, nel mezzo dell'addome; questi globi rarefatti dal calore della madre si sono toccati a vicenda e hanno eccitato, nel cuore, il fuoco col loro mutuo contatto; ora subito quel fuoco ha immesso la sua escrezione, o spirito, di calore non nel fegato, ma,

937 *Ibid.*, Parte IV, Dicembre 1637, AT XI, p. 599.

938 *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, AT XI, p. 526.

attraverso i polmoni, nella vena arteriosa; ora il fegato e il polmone toccandosi reciprocamente hanno aderito l'uno all'altro [...]; rimossi a causa del movimento del cuore, sono rimasti tuttavia congiunti da una parte per mezzo della vena cava, e dall'altra parte per mezzo dell'arteria venosa, le quali, entrambe, senza dubbio, non hanno avuto che questa origine.⁹³⁹

Benché in questo testo si dia una sorta di precedenza alla materia dei polmoni, rispetto alla formazione del cuore, si può ritenere che Descartes parli non tanto di organi già compiuti, bensì di materia predisposta alla formazione. Questi organi, infatti, si formano grazie al calore della circolazione sanguigna. La vita inizia, secondo Descartes, nel momento in cui il cuore inizia a pulsare e ad ordinare i diversi organi: è il sangue della madre che dà il via alla formazione del cuore. Dall'incontro tra i semi nell'utero della madre, all'accensione del fuoco nel cuore passano alcuni attimi importanti, in cui il calore del corpo permette a quegli umori di incontrarsi fecondamente. La materia è predisposta in quest'incontro, e unita attraverso il calore del corpo. Ma le parti cominciano a muoversi, a formare i diversi organi solo mediante il movimento del sangue. È il sangue della madre ad azionare, per primo questo movimento all'interno del feto: passando attraverso il cordone ombelicale, infatti, trasporta materiale nutriente e calore a sufficienza per iniziare la formazione del cuore. L'origine della vita, dunque, proviene dalla madre.

La vita si ricollega alle leggi della natura⁹⁴⁰, al solo funzionamento meccanico che si

939 *Ibid.*, p. 528.

940 *Ibid.*, p. 524; Descartes si confronta con la cultura tradizionale, che riteneva che per un effetto così importante come l'uomo, fosse necessaria una causa altrettanto grande; se metafisicamente questo ragionamento può essere considerato corretto, fisicamente questo non si dà. Tuttavia, Descartes non ritiene che queste cause (il calore dell'utero in cui si incontrano gli umori e la forza costruttiva del calore sanguigno) siano lievi, perché coerenti con le leggi della natura: «mi aspetto – scrive – che qualcuno, aggrottando la fronte, dica che è ridicolo che una cosa di tanto peso, quanto lo è la procreazione dell'uomo, derivi da cause tanto lievi. Ma in realtà quali cause più gravi delle eterne leggi della Natura vorrebbero? Vorrebbero forse che fossero fatte da una qualche mente? Ma da quale? Forse immediatamente da Dio? Per quale motivo, allora, sono prodotti a volte dei mostri? Forse da questa sapientissima natura che non ha origine se non dal delirio del pensiero umano?», in una critica alle intelligenze naturali netta.

sviluppa nel calore cardiaco, il primo che si aziona – «tre fuochi si accendono nell'uomo – scrive Descartes – il primo [è] nel cuore [...], l'altro nel cervello [...], il terzo nel ventricolo»⁹⁴¹ –, prodotto dal calore che il sangue della madre conduce nel corpo del feto. Il movimento meccanico che si attiva inizia quel processo di circolazione che nel feto corrisponde alla disposizione e formazione degli altri organi. Questo meccanismo è costituito dal calore come meccanismo vitale. Lo riporta ordinatamente nelle *Primæ cogitationes*:

Quando il seme smette di gonfiarsi, nondimeno il sangue e lo spirito continuano ad affluire verso il cuore, poiché l'impulso è già stato dato, e i condotti a quel punto sono pronti. È per questo che il fegato si svuota [...]. Al contrario, il polmone non può svuotarsi in un breve lasso di tempo [...].

Accesa la vita nel cuore, la grande arteria e la vena cava iniziano subito a diffondere delle ramificazioni per tutto il corpo; [...] tra le altre ramificazioni, certe salgono fino al cervello [...]. Mentre il cervello cresce, emette da sé le congiunture dei nervi, ed allora iniziano a formarsi dalle escrescenze tutte le membra.

Per prime si producono dal fegato, la milza, la bile e la vena porta [...]. Nello stesso tempo, arrivano acqua e spirito che formano le escrescenze dell'ombelico [...]. In tal modo l'acqua discende per l'uraco e forma la vescica [...].

Terzo, le escrescenze della vena cava terminano nei reni [...].

Quarto, le escrescenze dei polmoni gonfiano la trachea, come si è detto, e l'escrescenza del cuore finisce nella vena arteriosa.

Quinto, le escrescenze del cervello sono varie.⁹⁴²

941 *Anatomica*, “*Partes similes et Excrementa et Morbi*”, AT XI, p. 603, «Tre fuochi si accendono nell'uomo: il primo, nel cuore, di aria e di sangue; l'altro, nel cervello, ancora di aria e di sangue, ma più attenuati; il terzo, nel ventricolo, di cibi e della sostanza dello stesso ventricolo». Il testo identico è riportato anche nelle *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, AT XI, p. 538.

942 *Primæ cogitationes circa generationem animalium*, AT XI, pp. 510-512.

L'analisi che Descartes compie della formazione dell'animale, a partire dai semi dei due genitori che si uniscono in un unico seme che «in qualche modo fermenta e matura per mezzo del calore della madre, cioè le sue parti si mescolano più sottilmente tra di loro»⁹⁴³, lo conduce a ritenere che «l'animale inizia ad esserci [quando viene] acceso nel cuore il fuoco della vita»⁹⁴⁴.

La predisposizione degli organi è data dall'unione del seme, ma la loro formazione inizia solo con il movimento del sangue. Anche il cuore deve venire formato e qualche cosa deve accendergli quel calore che ne aziona il movimento. Questo punto è particolarmente complicato, perché Descartes deve trovare l'origine meccanica di un meccanismo originario. E attribuisce questo ruolo al sangue materno, cioè al funzionamento del cuore.

In principio il feto è costituito dal solo seme, poi [...] l'ombelico trascina qualcosa dal sangue della madre assieme allo spirito e al siero⁹⁴⁵.

La vita inizia dal calore del sangue materno: tutti gli altri movimenti ne conseguono. Il fatto che il fegato, come scrive Descartes in un passaggio successivo a questo appena citato, si sposti dalla sua posizione originaria («all'inizio del concepimento – scrive – il fegato occupa l'intera cavità inferiore del feto»⁹⁴⁶), dopo che si genera il cuore, non significa che il fegato sia la causa della formazione del cuore, ma che mentre la materia con cui si costituisce il fegato è già predisposta e ben evidente fin dall'inizio, il cuore si forma solo grazie al trasporto del sangue materno.

I risultati della Description du corps humain

Gli esperimenti, le dissezioni e le riflessioni disordinate compiute in tutti questi anni sono poste a sistema ne *La description du corps humain*, in una spiegazione delle

943 *Ibid.*, p. 507.

944 *Ibid.*, p. 509.

945 *Ibid.*, p. 523.

946 *Ibid.*, p. 526.

funzioni e della generazione dei corpi animali. Sono studi fondamentali, ma ancora manchevoli di quelle tante esperienze con cui completarli⁹⁴⁷.

Si inizia dalla «mescolanza confusa di due liquidi [seminali che], acquisendo la stessa agitazione del fuoco, si dilatano e comprimono, [e si] dispongono poco a poco, nel modo richiesto per formare le membra»⁹⁴⁸: il calore che viene suscitato in questa mescolanza di liquidi diversi «comincia a formare il cuore»⁹⁴⁹, secondo il movimento di parti della materia molto sottile che produce il sangue⁹⁵⁰, il quale fuoriesce dal cuore andando a formare la grande arteria e la vena cava.

Da questo momento si sviluppano diversi movimenti del sangue, che riscaldato dal calore del cuore trasporta alcune particelle di materia, alcune più aeree, altre più pesanti e di forma diversa, e dispone le parti del seme nell'ordine degli organi. Uscendo dal ventricolo sinistro del cuore, il sangue si dirige verso il luogo in cui si forma il cervello e poi discende verso il luogo opposto, poi torna al cuore, si dilata «prima di rientrare nella sua cavità sinistra, così che, pressando a causa di questa dilatazione la materia circostante, forma la seconda cavità»⁹⁵¹; uscendo dalla sua cavità destra in via di formazione, le parti più vivaci continuano la formazione delle arterie, le sue parti più pesanti, invece, si separano componendo il polmone⁹⁵². Non è solo il movimento delle particelle e il calore che lo produce a formare i diversi organi, poiché vi sono particelle distinte per alcune caratteristiche che si separano dalle altre andando a formare gli organi: la dilatazione che produce il ventricolo destro si realizza grazie alle «particole aeree»: tra queste, le particole «più grossolane e pesanti» formano il polmone, mentre

947 Mi riferisco, soprattutto, alla quarta e alla quinta parte, in cui Descartes riporta i risultati dei propri studi embriologici. Studi fondamentali, ma non totalmente compiuti: «non ho ancora potuto fare sufficienti esperienze – scrive –, per verificare attraverso di esse tutti i pensieri che ho avuto in proposito [...] e spero, in seguito, di rischiare il meno possibile di smentirmi, quando nuove esperienze mi daranno più luce» (*La Description du corps humain*, IV, “*Des parties qui se forment dans la semence*”, XXVII, “*Quelle est la nature de la semence*”, AT XI, pp. 252-253).

948 *Ibid.*

949 *Ibid.*, XXVIII, “*Comment le cœur commence à se former*”, AT XI, p. 254.

950 Cfr. *Ibid.*, XXX, “*Comment se fait le sang*”, AT XI, pp. 254-255: «la violenta agitazione del calore che la dilata, non solo fa sì che alcune delle sue particole si allontanino e si separino, ma fa che si che altre si riuniscano e si premano, urtandosi e dividendosi in più rami piccolissimi».

951 *Ibid.*, XXXIV, “*Comment se forme la cavité droite du cœur*”, AT XI, p. 258.

952 *Ibid.*, XXXV, “*Comment se commence le poumon, avec ses trois vaisseaux*”, AT XI, p. 259.

quelle «più agitate e più vivaci»⁹⁵³ si muovono a formare le arterie e altri organi; tra queste ultime, quelle «più vivaci e più sottili [...] che io chiamerò sempre d'ora in avanti *Spiriti*, non si fermano [...] nel polmone, come fa la maggior parte di quelle aeree; ma per il fatto che hanno più forza, si spingono più lontano»⁹⁵⁴, fino al punto in cui si forma il cervello.

Se in questa quarta parte della *Description* Descartes ha indagato come dal seme si siano sviluppate le piccole parti organiche del corpo umano, è nella quinta parte che si occupa della formazione delle parti solide. Egli sfugge alle finalità intrinseche che avevano caratterizzato la formazione dei corpi della filosofia tradizionale: il meccanicismo smonta quell'apparato concettuale. Anche là dove il movimento delle particelle che vanno a formare gli organi sembra diretto da uno scopo interno, ne riconduce la formazione a leggi meccaniche⁹⁵⁵,

considerato che i piccoli filamenti – scrive – di cui le parti solide sono

953 *Ibid.*

954 *Ibid.*, XXXVI, “*Quelle est la nature des particules aériennes*”, AT XI, p. 260.

955 A mio parere è la figura di queste piccole parti a disporsi in direzioni specifiche alla formazione degli organi. Non sono completamente d'accordo con la triplice strategia che S. Gaukroger individua nell'operare cartesiano, «although Descartes does not lay out his plan for dealing with this question explicitly, it seems clear that a threefold strategy must lie behind any thoroughgoing mechanist approach to embryology. First, ordinary growth is accounted for in a way that makes no reference to goals. Second, the process of formation and maturation of the foetus is treated simply as a species of growth: it involves a significantly greater increase in complexity and internal differentiation [...]. Third, the mechanist must show how the development from a low degree of complexity and internal differentiation to a high degree of complexity and differentiation is something that can be handled in mechanistic terms» (S. Gaukroger, *The resources of a mechanist physiology and the problem of goal-directed processes*, in *Descartes' Natural Philosophy*, cit., pp. 388-389). Più che questi stratagemmi, infatti, credo che la formazione del feto sia ordinata da un meccanismo preciso: la disposizione di alcune particelle con una certa dimensione, costituzione e figura in un luogo specifico, infatti, è giustificata da Descartes in quanto quel luogo è predisposto ad accogliere quella particella specifica.

Si veda anche la lettera a Mersenne dell'aprile 1643, «non suppongo in natura *qualità reali* che si aggiungano alla sostanza come piccole anime ai loro corpi [...] e così non attribuisco al movimento, né a tutte queste altre varietà [...] una realtà maggiore di quella che i filosofi comunemente attribuiscono alla figura, che essi non chiamano *qualità reale*, ma solamente *modo*. La ragione principale che mi fa respingere queste qualità reali è che non mi pare che la mente umana abbia in sé qualche nozione o idea particolare per concepirle» (Descartes a Mersenne per X***, *Endegeest*, 26 aprile 1643, AT III, pp. 648-649).

composte, deviano, si piegano, e si intrecciano in vari modi, secondo i diversi corsi delle materie fluide e sottili che li circondano, e secondo la figura dei luoghi in cui si incontrano, se si conoscesse bene quali sono tutte le parti del seme di una specie animale [...] si potrebbe dedurre solo da ciò, per via di ragioni interamente matematiche e certe, tutta la figura e la conformazione di ognuna delle sue membra⁹⁵⁶.

Sono la disposizione, la figura, la composizione di queste parti solide a indicarne le caratteristiche e a rendere evidenti le ragioni meccaniche per cui alcune parti compongono un certo organo piuttosto che un altro.

Il cuore, per esempio, si forma da una prima dilatazione prodotta dal calore del seme. Le parti più sottili del sangue «penetrano nei pori del seme compresso che ha cominciato a formare il cuore, e alcune altre di quelle più grosse si fermano davanti al seme [...] e cominciano a formarvi dei piccoli filamenti»⁹⁵⁷. Le fibre che compongono il cuore si sono formate attraverso l'accumulo di parti diverse che occupavano spazi specifici: «le parti del sangue hanno preso, dilatandosi, cammini diversi, cosicché hanno prodotto diversi buchi nelle parti del seme che comprimevano [...] e poiché le parti di seme che li separavano erano state poco a poco cacciate via dai loro posti dai piccoli filamenti che compongono la carne del cuore, essi hanno anche composto queste fibre a forma di colonne»⁹⁵⁸. Dietro le disposizioni di queste parti, infatti, si sviluppa un ordine dovuto alle diversità quantitative, alle diverse figure e al movimento prodotto dall'azione del calore.

Un altro esempio significativo è la formazione delle valvole del cuore: le sue parti si differenziano dalla struttura dell'intero organo e si dispongono in un modo specifico, sono parti diverse dal resto del cuore e compiono un movimento di apertura e chiusura

956 *La description du corps humain*, V, “*De la formation des parties solides*”, LXVI, “*Que de la connaissance des parties de la semence on pourrait déduire la figure et la conformation de tous les membre*”, AT XI, pp. 276-277.

957 *Ibid.*, LXVII, “*Comment le cœur s'augmente et se perfectionne*”, AT XI, p. 277.

958 *Ibid.*, LXVIII, “*Comment se sont formées les fibres du cœur*”, AT XI, p. 278.

differente. Descartes non vi vede alcuna finalità; il rifiuto del finalismo, infatti, è assicurato dal fatto che queste parti non sono costruite a priori, come se formassero il cuore prima delle sue funzioni, ma sono ordinate proprio dalle funzionalità meccaniche dell'organo. È il meccanismo del tutto quello che fa disporre alcune parti in un dato modo: «considerando l'azione del sangue che discende nel cuore al centro di queste entrate, e l'azione di quello che tende a uscirne dai dintorni, si vede che, *secondo le regole delle Meccaniche*, le fibre del cuore, che si sono trovate tra due azioni, hanno dovuto estendersi in forma di pelli, e così prendere la figura che hanno queste valvole»⁹⁵⁹.

Lo stesso movimento del cuore deriva dalla disposizione delle parti e dal calore che il sangue vi trasporta. Descartes ritiene che il cuore di un animale morto permanga nella «figura che prima aveva in sistole, cioè tra i due battiti»⁹⁶⁰, e da ciò deriva che il movimento del cuore consiste solamente nella diastole e nel battito che compie dal momento in cui è riscaldato. Sono le particelle «del primo elemento, [che] cacciando via quelle del secondo che è intorno ad alcune parti del seme, hanno trasmesso la loro agitazione; così queste parti del seme, dilatandosi, hanno compresso le altre che hanno cominciato a formare il cuore»⁹⁶¹ e dato inizio alla diastole a cui si è alternata la sistole. Trova così un ordine metodico e una spiegazione meccanica quel momento nel quale il passaggio di calore trasmette la vita al feto: cioè non si tratta semplicemente del calore trasferito attraverso il sangue dal corpo della madre a trasmettere la vita ma vi è una ragione meccanica precisa per cui è il movimento dei fluidi – tra cui il sangue della madre – ad azionare la materia del primo elemento e ad agitarla in modo che riscaldi al cuore affinché possa compiere le proprie funzioni. Tutto il resto ne consegue, anche la stessa figura del cuore: il fatto che le due cavità «sono state formate l'una dopo l'altra e [...] che la sinistra è molto più lunga e appuntita della destra», e anche il fatto che «la carne che avvolge questa cavità sinistra è molto più spessa verso i lati del cuore che

959 *Ibid.*, LXIX, “*Quelle est la cause des valvules qui sont aux entrées de la veine cave, et de l'artère veineuse*”, AT XI, p. 279; il corsivo è mio.

960 *Ibid.*, V, LXXII, “*En quoi consiste la chaleur du cœur; et comment se fait son mouvement*”, AT XI, p. 280.

961 *Ibid.*, p. 281.

verso la punta»⁹⁶².

Nell'ultimo paragrafo della *Description*, infine, Descartes descrive «le superfici che si formano inizialmente insieme al corpo di cui sono il termine»⁹⁶³, come la placenta, la superficie del polmone, del fegato, della milza, dei reni e di tutte le ghiandole, e le superfici che si formano dopo, tra cui il cuore, il pericardio, la pelle e i muscoli. Si tratta, appunto, di superfici che occupano lo spazio esterno degli organi, che vengono formati pienamente solo quando la figura degli organi verrà costruita dalla circolazione del sangue e dalla nutrizione, occupandone lo spazio interno. Il cuore e altre parti del corpo dipendono interamente dalla circolazione del sangue e dall'azione delle parti che compongono il primo elemento, e da questa circolazione deriverà la costruzione e l'ordinamento degli organi.

L'ordine meccanico della circolazione, insieme allo studio genetico, dona completezza alla fisiologia cartesiana. Da esso, infatti, Descartes fa derivare tutte le funzioni, tra cui la nutrizione e la produzione di spiriti animali nel cervello.

3.D. Neurofisiologia cartesiana: azioni, sensazioni, memoria e passioni

È la stessa circolazione sanguigna a formare quegli spiriti animali nel cervello⁹⁶⁴, mediante i quali si trasmettono nei nervi le sensazioni del corpo. Il movimento è un meccanismo che si compie in reazione alle condizioni esterne ed è azionato dagli spiriti animali che muovono le membra a cui sono connessi attraverso i nervi: «via via che questi spiriti entrano in tal modo nelle concavità del cervello, di là passano nei pori della sua sostanza e da questi pori nei nervi ove [...] hanno la forza di cambiare la figura dei muscoli in cui quei nervi sono inseriti [...] e di far muovere le membra»⁹⁶⁵.

962 *Ibid.*, LXXIII, “*D’où vient la figure et la consistance qu’à le cœur*”, AT XI, p. 283.

963 *Ibid.*, LXXIV, “*Comment s’est formé le péricarde; et toutes les autres peaux, membranes et superficies du corps*”, AT XI, p. 283.

964 Si veda *L’Homme*, II, “*Belle comparaison prise des machines artificielles*”, AT XI, p. 131, si paragonano, infatti, «i suoi spiriti animali all’acqua che le sposta, la cui fonte è il cuore e i cuoi pozzetti sono le concavità del cervello».

965 *L’Homme*, II, “*Comment se meut la machine de son Corps*”, XV, “*Que les Esprit animaux sont le grand ressort qui fait mouvoir cette machine*”, AT XI, p. 130. Si veda anche *Ibid.*, II, XVII, AT XI, p. 132, «e mostrarvi come gli spiriti che sono nel cervello, per il solo fatto che si presentano per entrare

La funzione che questi nervi compiono facendo scorrere gli spiriti da un muscolo all'altro è esposta nella seconda parte de *L'Homme*, in cui, seguendo «le leggi della natura»⁹⁶⁶, si spiegano tutti i movimenti corporei «e così intendere come la macchina di cui vi parlo può essere mossa in tutti i medesimi modi del nostro corpo, dalla sola forza degli spiriti animali che scorrono dal cervello ai nervi»⁹⁶⁷. Sono impulsi meccanici che passano dal cervello, attraverso i nervi, ai muscoli, dove toccandone le parti ne inducono il movimento. Ne *L'Homme* Descartes ne dà diverse immagini, per sottolineare il rapporto con gli oggetti esterni e come le sensazioni che percepiamo siano impulsi nervosi che giungono dal senso specifico al cervello.

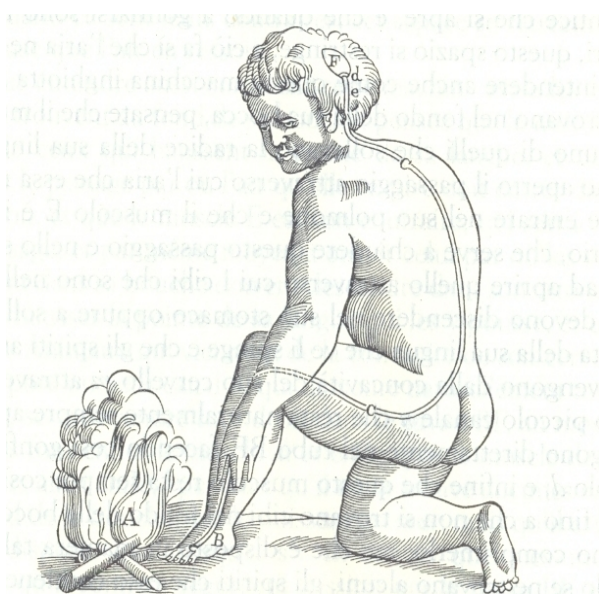


Illustrazione 5: *Le sensazioni. L'Homme, II, XXVI, AT XI, p. 141.*

in qualche nervo, hanno la forza di muovere nel medesimo istante qualche membro».

966 *L'Homme*, II, XXI, “*Des valvules qui sont dans les nerfs aux entrées des muscles; et de leur usage*”, AT XI, p. 137.

967 *Ibid.*, XXII, “*Comment cette machine peut être mue en toutes les mêmes façons que nos corps*”, AT XI, p. 137; e anche XXIII, “*Comment les paupières s’ouvrent et se ferment*”, AT XI, p. 138, «non è neanche difficile giudicare da ciò che gli spiriti animali possono causare qualche movimento in tutte le membra dove terminano alcuni nervi, sebbene ve ne siano parecchi in cui gli anatomisti non ne notano di visibili, come nella pupilla dell'occhio, nel cuore, nel fegato, nella vescica del fiele, nella milza e in altre simili». Interessante che il cuore venga accostato ad altri organi come se si muovesse per il passaggio degli spiriti animali.

Ne *L'Homme* Descartes nota come i muscoli sono portati ad agire dall'impulso nervoso, lo stimolo che ricevono dagli oggetti esterni per mezzo della sensazione si traduce in impulso nervoso: i nervi, infatti, trasformano il contatto in un messaggio nervoso che trasmettono al cervello. L'esempio del fuoco, di cui si dà un'immagine precisa nelle pagine de *L'Homme*, lo dimostra chiaramente: i piccoli filamenti «sono disposti in tutte le sue parti [del corpo] che servono da organo a qualche senso, in modo tale che vi possono essere mossi [questi filamenti] molto facilmente dagli oggetti dei suoi sensi e che, quando vi sono mossi, [...] tirano nello stesso istante le parti del cervello da dove vengono e aprono [...] le entrate di certi pori che sono nella superficie interna di questo cervello, da dove gli spiriti animali che sono nelle sue concavità cominciano subito a prendere il loro corso e si dirigono tramite essi nei nervi e nei muscoli»⁹⁶⁸. La presenza del fuoco vicino ad una parte del corpo, infatti, muove con le sue piccole parti la pelle del corpo umano. In questo movimento il piede tira il filamento del nervo e si aziona una ricezione fisica determinata in cui le parti del fuoco entrano in contatto con la pelle, che trasmette al cervello la sensazione di calore.

Il movimento degli spiriti animali attraverso i nervi riunifica la meccanica del movimento muscolare, delle sensazioni, della relazione con l'esterno e del rapporto tra il sonno e la veglia: mediante la fabbrica dei nervi, infatti, si spiega

quali cambiamenti avvengono nel cervello per causare la veglia, il sonno e i sogni; come la luce, i suoni, gli odori, i gusti, il caldo e tutte le altre qualità degli oggetti esteriori possano imprimere diverse idee per l'intermediazione dei sensi; come la fame, la sete e le altre passioni interiori possano anche inviarvi le loro; ciò che deve essere preso per il senso comune, in cui le idee sono ricevute; per la memoria che le conserva; e per la fantasia che le può diversamente cambiare e comporne di nuove e per lo stesso modo, distribuendo gli spiriti

968 *L'Homme*, II, XXVI, “*Comment elle est incitée par les objets extérieurs à se mouvoir en plusieurs manières*”, AT XI, p. 141.

animali nei muscoli, fare muovere le membra di questo corpo in tanti modi diversi, e riguardo agli oggetti che si presentano ai suoi sensi che riguardo alle passioni interne che sono in lui; e avevo mostrato che le nostre membra si possono muovere senza che la volontà le conduca.⁹⁶⁹

La struttura dei corpi contiene la spiegazione di ogni movimento che avvenga, di ogni differenza fisica che si evidenzi. Nell'unità della mente, a cui i nervi riconducono tutte le diverse sensazioni, si raccordano le diversità fisiche dei fenomeni. Il meccanismo nervoso permette a Descartes di rifiutare i discorsi delle anime e delle facoltà della tradizione.

Il cervello, che lo stesso filosofo ha sezionato, infatti, è costruito come un centro di ricezione nervosa. La struttura ne spiega già le funzioni. Descartes ne dà diverse immagini. Qui ne riporto una.

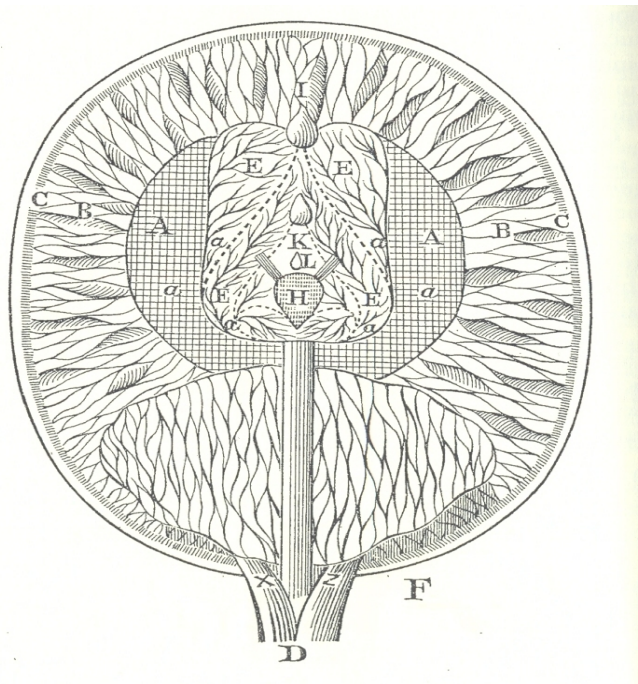


Illustrazione 6: La struttura del cervello. L'Homme, V, AT XI, p. 170.

969 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 55.

L'esperienza anatomica conferma l'unione di anima e corpo. Sono i nervi a trasportare le sensazioni fino all'anima: «è per il tramite dei nervi – scrive nella *Dioptrique* – che le impressioni, prodotte dagli oggetti nelle membra esterne, pervengono fino all'anima, nel cervello»⁹⁷⁰: è l'anima a sentire, non il corpo. Il corpo riceve uno stimolo che attraverso i nervi è ricondotto al cervello. Si conferma quella verità filosofica secondo cui è un «vero uomo»⁹⁷¹ quello la cui anima è collegata e strettamente unita alle sue membra⁹⁷². Passaggio conclusivo delle *Meditationes de prima philosophia*, il tema dell'unione è il fondamento che completa ed esplica la varietà delle esperienze umane. L'anatomia ne dà la prova empirica.

Si tratta di un tema complicatissimo, su cui la tradizione si era interrogata indicando soprattutto i limiti e la separazione di anima e corpo⁹⁷³, è centrale nella filosofia prima, perché le sensazioni sono rimandate alla conoscenza dell'anima, ed è definito fisiologicamente dalla medicina. Le diverse funzionalità, infatti, che già la *Regula XII* ricostruiva e classificava nell'ordine epistemologico della ragione, sono riunificate nella disposizione dei nervi e nel loro operare meccanico.

Così sensazioni, immaginazioni, memoria e passioni sono riordinate fisiologicamente non già alla sola funzione del corpo, ma all'unità del corpo con la mente. E sono descritte ne *L'Homme* a partire dalla loro funzionalità fisiologica. Sono i nervi ne *L'Homme* e nella *Dioptrique*⁹⁷⁴ a trasmettere le sensazioni al cervello. Le sensazioni

970 *Dioptrique*, IV, “*Des sens en general*”, AT VI, p. 109.

971 *Discours de la Méthode*, V, AT VI, p. 59.

972 «La nozione dell'unione – scrive Descartes a Elisabetta – che ciascuno sperimenta in se stesso senza filosofare, [...] è che una sola persona ad avere insieme un corpo e un pensiero, i quali sono di natura tale che questo pensiero può muovere il corpo e sentire gli accidenti che gli occorrono»; ogni uomo, pertanto, la sperimenta naturalmente in se stesso (Descartes a Elisabetta, Egmond aan den Hoef, 28 giugno 1643, AT III, p. 694). Sul ruolo della medicina nel dualismo cartesiano, si veda R.B. Carter, *Descartes' Medical Philosophy. The Organic Solution to The Mind-Body Problem*, Baltimora – London, John Hopkins U. P., 1983.

973 Platone parla di pilota in un vascello, ritenendo l'anima come qualcosa di esterno al corpo di cui avverte sensazioni non sue, mentre Aristotele la indica come la tangenza di una retta con una circonferenza, a dimostrazione della precarietà.

974 Cfr. *La dioptrique*, IV, AT VI, pp. 110-111: «mi sembra che nessuno [anatomista o medico] ne abbia ancora ben descritto le funzioni [...] vedendo che i nervi non servono solo a dare sensibilità alle membra, ma anche a muoverle, [...] bisogna pensare che sono gli spiriti che, scorrendo nei muscoli attraverso i nervi e gonfiando più o meno ora gli uni ora gli altri conformemente alle diverse maniere

sono ridotte al movimento; in tal modo perdono il carattere figurale della filosofia tradizionale. L'esempio della vista, che verrà trattato con precisione nella *Dioptrique* si presta particolarmente bene alla comprensione, poiché l'impulso visuale è trasmesso immediatamente al cervello e qui, ovvero nell'anima, l'uomo vede. Ne riporto un'immagine esplicativa.

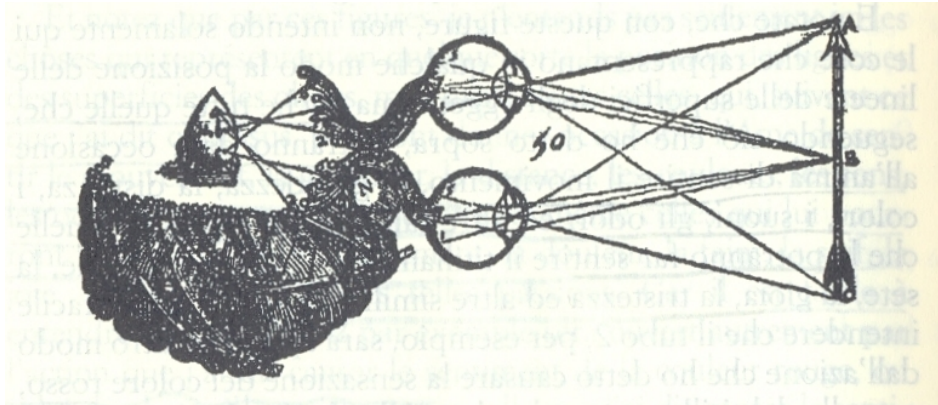


Illustrazione 7: La visione. *L'Homme*, V, LXVII, AT XI, p. 175.

Nel cervello, infatti, l'impulso è costituito sia dal movimento muscolare, che dalla conoscenza della sensazione: gli spiriti animali muovono i muscoli e causano quei movimenti che sono all'origine delle passioni⁹⁷⁵ e della conoscenza sensibile. E, infine, agiscono sulle sensazioni del cervello «turbando le funzioni dell'immaginazione»⁹⁷⁶, agendo sulla memoria corporea e, attraverso la ghiandola H, sull'intelletto.

Si opera, così, una riduzione neurofisiologica del funzionamento sensoriale. L'esame è anatomico: nell'ultima parte de *L'Homme*, Descartes descrive il funzionamento del

in cui il cervello li distribuisce, causano il movimento di tutte le membra; mentre, a servire ai sensi, sono i piccoli filamenti di cui è composta la sostanza interna dei nervi». Di fatto anche nella terza parte de *L'Homme*, che contiene la descrizione dei sensi, non si fa menzione degli spiriti animali, ma l'interrelazione dei nervi con essi è molto più stretta: attivati dai segnali nervosi che i sensi trasmettono al cervello, gli spiriti animali seguono un corso particolare che attiva certe reazioni, indagate nella quinta parte dell'opera.

975 *L'Homme*, IV, “*Des sens intérieurs qui se trouvent en cette machine*”, LVI, “*Que les diverses inclinations naturelles dépendent de la diversité des Esprits*”, AT XI, pp. 166-167.

976 *L'Homme*, V, “*De la structure du cerveau de cette machine; et comment les Esprits s'y distribuent pour causer ses mouvements et ses sentiments*”, LXIV, “*Comment se fait la distribution des Esprits et d'où vient l'éternuement, et l'éblouissement ou vertige*”, AT XI, p. 172.

cervello, nella cui parte interna si tracciano le figure degli oggetti avvertiti dai sensi⁹⁷⁷, passando per piccoli tubi che sono nel cervello, che nel momento in cui vengono aperti dalla trasmissione nervosa, ricevono gli spiriti animali dalla ghiandola H: «nello stesso istante in cui l'apertura di questi tubi diviene più grande, gli spiriti cominciano ad uscire [...] dalle parti di questa ghiandola che li guardano. E [...] tracciano una figura che si rapporta a quella dell'oggetto A, B, C, sulla superficie interna del cervello [...] sulla superficie della ghiandola»⁹⁷⁸. Solo attraverso queste figure, sostiene Descartes, è possibile all'anima «sentire il movimento, la grandezza, la distanza, i colori, i suoni, gli odori ed altre qualità; e persino [...] il titillamento, il dolore, la fame, la sete, la gioia, la tristezza ed altre simili passioni»⁹⁷⁹. L'anima, infatti, conosce queste sensazioni non in base ad un'azione dei sensi, non in base ad un contatto che trasporta l'oggetto nel cervello, ma poiché l'impulso nervoso forma una figura di esse nel cervello. La ghiandola H riceve questi impulsi sensibili e libera gli spiriti animali affinché registrino queste sensazioni e vi rispondano. La conoscenza delle sensazioni, quindi, è gestita dal movimento della ghiandola e dalla sua azione. Questa ghiandola, che ne *L'Homme* è la sede dell'immaginazione e del senso comune, riceve l'impulso nervoso dagli spiriti animali dei sensi e ordina le sensazioni indirizzando gli spiriti all'interno della materia cerebrale. Le diverse immagini del cervello ne mostrano il movimento. Ne riporto una in particolare.

977 Cfr. *L'Homme*, V, LXVII, “*Que les figures des objets se tracent aussi en la superficie intérieure du cerveau*”, AT XI, p. 175, «devono anche tracciarla nella superficie del cervello».

978 *Ibid.*, LXVIII, “*Qu'il s'en trace aussi sur la glande, qui se rapportent à celle des objets*”, AT XI, pp. 175-176.

979 *Ibid.*, LXIX, “*Que ces figures ne sont que les diverses impressions que reçoivent les Esprits en sortant de la glande*”, AT XI, p. 176.

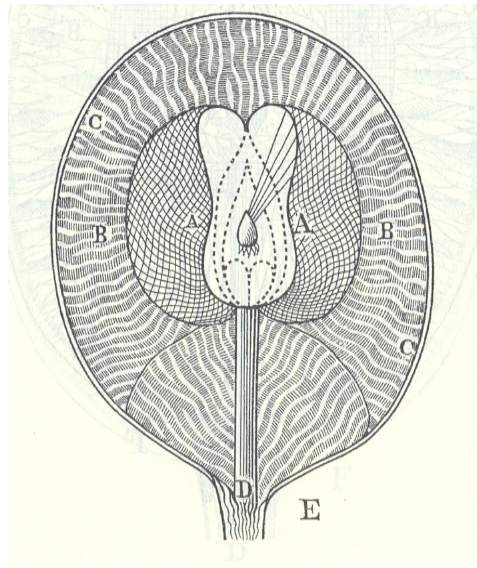


Illustrazione 8: Movimento della ghiandola pineale. L'Homme, V, LXV, AT XI, p. 173.

Descartes indica una doppia azione: quella degli spiriti che uscendo dalla ghiandola e incontrando le figure del cervello attivano i nervi in una reazione fisica, un movimento del corpo; quella degli spiriti che nel momento in cui un tubo del cervello si gira verso i punti della ghiandola, forma l'idea di questo movimento. Al cuore di questo rapporto biunivoco⁹⁸⁰ di formazione del movimento e di formazione dell'idea sta la ghiandola pineale. Ne *L'Homme* la spiegazione si limita al corpo e agli aspetti corporei: Descartes tratta della memoria corporea, che conserva le tracce di figure che si sono formate sulla ghiandola pineale e che egli paragona al passaggio di aghi attraverso una tela⁹⁸¹, cosicché una nuova affezione sensibile indurrebbe gli spiriti a ripassare attraverso quelle tracce suscitando il ricordo, «se vedo due occhi con un naso, mi immagino subito una fronte ed una bocca [...] e vedendo il fuoco mi ricordo del suo calore per il fatto che l'ho sentito altre volte vedendolo»⁹⁸²

Ne *L'Homme* Descartes non va oltre il meccanismo neurofisiologico con cui raccorda

980 Cfr. *ibid.*, LXXVII, “*En quoi consiste l'idée du mouvement des membres; et que sa seule idée le peut causer*”, AT XI, pp. 181-182.

981 Cfr. *ibid.*, LXXII, “*Comment les traces ou les idées des objets se réservent en la mémoire*”, AT XI, pp. 177-179.

982 *Ibid.*, LXXIII, “*Comment le souvenir d'une chose peut être excité par une autre*”, AT XI, p. 179.

la visione o il ricordo con un oggetto specifico; parimenti anche la struttura dell'immaginazione è limitata alla formazione meccanica, che avviene là dove «parecchie figure si trovano tracciate in questa stessa parte del cervello [...] e] gli spiriti riceveranno qualcosa dell'impressione di ciascuna [...]. Ed è così che si compongono le chimere e gli ippogrifi nell'immaginazione di coloro che sognano da svegli, ossia che lasciano errare con noncuranza qua e là la loro fantasia senza che gli oggetti esterni la distolgano, né che essa sia condotta dalla ragione»⁹⁸³.

È il movimento della ghiandola H, che risiede nel centro del cervello, assieme alla sua produzione di spiriti animali e al loro movimento all'interno del cervello, a determinare la complessità del funzionamento neurofisiologico, che Descartes riassume nell'affermazione secondo cui «i soli movimenti della ghiandola H sono sufficienti per cambiare la posizione di questi tubi e in seguito tutta la disposizione del corpo...»⁹⁸⁴.

L'azione degli spiriti, quindi, è duplice: da un lato agiscono sul cervello, permettendogli di ricordare e di immaginare, di collegare le sensazioni e di fornire l'oggetto ai pensieri, dall'altro vi è la reazione che questi spiriti fanno compiere al corpo, e cioè due tipi di movimenti, «gli esterni che servono a perseguire le cose desiderabili o ad evitare le nocive; e gli interni che vengono comunemente chiamati *passioni*, che servono a disporre il cuore e il fegato, e tutti gli altri organi dai quali il temperamento del sangue ed in seguito quello degli spiriti può dipendere»⁹⁸⁵. Tutte le passioni possono essere giudicate attraverso la disposizione di questi spiriti e dagli effetti che essi hanno sugli organi e sul cuore.

L'ultima condizione esaminata, infine, è il sonno e la differenza con la veglia, una vera e propria ricostruzione meccanica della condizione del dormiente, i cui filamenti “D” del cervello sono «rilassati e pressati», ad indicare come in chi dorme «le azioni

983 *Ibid.*, LXXXII, “*Comment se forment les fantômes en l'imagination de ceux qui rêvent étant éveillés*”, AT XI, p. 184. Per una descrizione diversa del fenomeno, si veda *Meditationes de prima philosophia*, III, AT VII, p. 38.

984 *Ibid.*, LXXXVII, “*Quelle différence il y a entre l'œil disposé à regarder un objet proche, ou un éloigné*”, AT XI, p. 187. Nell'articolo in questione si tratta specificamente dell'occhio, ma non c'è nulla che possa far pensare che non valga per tutto il corpo nella sua totalità.

985 *Ibid.*, XCVI, “*Qu'il y a presque toujours deux sortes de mouvements qui procèdent de chaque action*”, AT XI, p. 193.

degli oggetti esterni sono per la maggior parte ostacolate nel passare fino al suo cervello, per esservi avvertite» e «gli spiriti che sono nel cervello, ostacolati nel passare fino alle membra esterne»⁹⁸⁶.

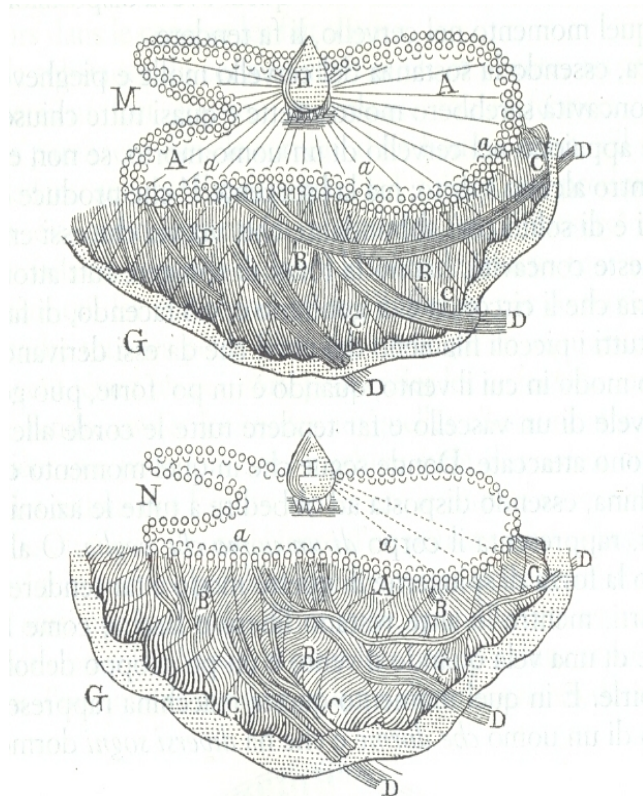


Illustrazione 9: M: cervello di uomo sveglio; N: cervello di uomo addormentato. L'Homme, V, art. LXV, AT XI, p. 174.

Il cervello umano, secondo Descartes, è come se fosse staccato dal corpo durante il sonno: le passioni esterne non lo raggiungono, i moti degli spiriti animali si concentrano soprattutto al suo interno. Così i sogni «dipendono dall'ineguale forza che possono avere gli spiriti che escono dalla ghiandola H e in parte dalle impressioni che si riscontrano nella memoria»⁹⁸⁷, somigliando ai sogni dell'immaginazione quando si è svegli, ma che si danno in un modo più vivo e forte. Nel sogno e nell'immaginazione vi è una medesima azione meccanica dovuta al movimento diseguale degli spiriti e dalla

986 *Ibid.*, CI, “Du sommeil; et en quoi il diffère de la veille”, AT XI, p. 197.

987 *Ibid.*, CII, “Des songes; et en quoi ils diffèrent des rêveries de la veille”, AT XI, pp. 197-198.

presenza confusa dei ricordi accumulati nella memoria, entrambi gli stati indicano una separazione tra il corpo e il cervello, naturale nel sonno, per cui passa comunque l'informazione di certi sensi che però attribuiamo a tutt'altro («qualche volta quando dormiamo se siamo punti da una mosca, sogniamo che ci venga inferto un colpo di spada»⁹⁸⁸), condizione necessaria perché «la sostanza del cervello che è in riposo ha il tempo di alimentarsi e di rifarsi»⁹⁸⁹ (nell'eccesso «della veglia – infatti – il cervello si indebolisce e per l'eccesso del sonno appesantirsi e così diventare simile a quello di un insensato o di uno stupido»⁹⁹⁰, in cui anche questi effetti sono dedotti da una ricostruzione meccanica in cui il cervello è indotto al riposo dalla secchezza delle sue parti, dall'allargamento dei suoi pori e dalla grossolanità degli spiriti che si vengono creando, tanto che l'assenza di sonno non rigenera questi aspetti), volontaria in un'immaginazione distaccata dalla realtà e dalla ragione.

La riduzione meccanica ne *L'Homme* si ferma a questo punto, cioè alla ricostruzione del funzionamento del cervello, senza che Descartes vi aggiunga alcunché sull'anima. La spiegazione delle funzionalità è precisa, ma manca una teoria completa del corpo vivente.

La ghiandola H e la fisiologia

Ne *L'Homme* non si occupa dell'anima razionale, ammettendo solamente che essa «avrà la sua sede principale nel cervello e là sarà come il fontaniere che deve essere nei pozzetti dove si dirigono tutti i tubi di queste macchine, quando vuole provocare o impedire, o cambiare in qualche modo i loro movimenti»⁹⁹¹; non si tratta di una descrizione precisa, ma presume una connessione che si deve dare tra sistema nervoso e anima razionale. Sarà proprio quella ghiandola H, che ne *L'Homme* è sede

988 *Ibid.*, p. 198.

989 *Ibid.*, CIII, “*Comment cette machine peut s'éveiller étant endormie; et au contraire*”, AT XI, p. 199.

990 *Ibid.*, CIV, “*De ce qui la peut exciter à trop dormir ou à trop veiller; et des suites que cela peut avoir*”, AT XI, p. 200.

991 *L'Homme*, II, art. XVI, AT XI, pp. 131-132. Nonostante quanto sostiene V. Aucante (in Id., *La philosophie médicale de Descartes*, cit., p. 239-247), non riesco a trovare in questo passaggio alcun chiara ed evidente dichiarazione che la sede dell'anima sia la ghiandola pineale.

dell'immaginazione e del senso comune ad essere deputata luogo di unione tra l'anima e il corpo. Tuttavia, tale definizione si darà solo nelle discussioni successive alla pubblicazione del *Discours de la Méthode*, là dove i corrispondenti lo interrogano sulla fisiologia sviluppata negli *Essais*. Nella *Dioptrique*, infatti, Descartes si occupava non solo della luce, del suo movimento e della rifrazione, ma anche della visione umana e dell'occhio in particolare. La primalità dell'anima nel sentire⁹⁹² e la distinzione tra l'oggetto e la sua immagine⁹⁹³ conduceva il ragionamento cartesiano a dimostrare che fosse possibile spiegare attraverso la propria neurofisiologia la visione umana come un riconoscimento intellettuale. Mediante il paradossale esempio del cieco, eletto a similitudine chiara della visione, Descartes concludeva non solo che questa sensazione dovesse «essere attribuita alla sola forza dell'urto, la quale muove i piccoli filamenti del nervo ottico»⁹⁹⁴, ma anche che l'anima non contemplasse «alcuna immagine che sia simile alle cose che sente»⁹⁹⁵, perché la riceveva attraverso l'impulso nervoso e ne ricostruiva il messaggio. La sensazione, infatti, non è procurata da una somiglianza, «come se nel nostro cervello vi fossero ancora altri occhi con i quali potessimo percepirla», scrive Descartes, bensì dalla ricezione degli impulsi nervosi nella ghiandola pineale: sono i movimenti neurologici della ghiandola ad essere «istituiti dalla Natura per procurare tali sensazioni», i quali, aggiunge, agiscono «immediatamente sulla nostra anima»⁹⁹⁶. Descartes ritorna, nello stesso discorso, sulla disposizione naturale dell'anima a formare questa conoscenza non per aver ricevuto un'immagine o un'azione dall'oggetto, ma «soltanto per la posizione delle piccole parti del cervello in cui hanno origine i nervi»⁹⁹⁷: la ghiandola, infatti, «è istituita dalla natura [...] per far sì che l'anima conosca in quale luogo si trovi ciascuna parte del corpo [...] e] per far sì che di là essa possa trasferire la propria attenzione a tutti i luoghi contenuti nelle linee rette»⁹⁹⁸.

992 Cfr. *La dioptrique*, IV, “*Des sens en general*”, AT VI, p. 109.

993 Cfr. *ibid.*, IV, AT VI, pp. 113-114.

994 *Ibid.*, VI, “*De la vision*”, AT VI, p. 131.

995 *Ibid.*, V, “*Des images qui se forment sur le fond de l'œil*”, AT VI, p. 114.

996 *Ibid.*, VI, AT VI, p. 130.

997 *Ibid.*, p. 134.

998 *Ibid.*, p. 135.

Il ruolo di sede dell'anima attribuito alla ghiandola pineale, benché non sia ancora esplicito, comincia a chiarirsi: in questo saggio, infatti, è evidente la connessione tra la sede da cui si sviluppano i nervi, istituita per ricevere le sensazioni, e il luogo dell'anima razionale, che conosce le cose in base alle informazioni nervose che arrivano immediatamente all'anima.

Nelle prime obiezioni che gli rivolgerà, Froidmond sfiorerà appena questo tema, limitandosi a criticare la prospettiva cartesiana che limitava il riconoscimento delle sensazioni all'esercizio neurologico. La risposta convoca un'esperienza comunemente riconosciuta dagli esperti, mediante cui si descrive la centralità e la natura pensante delle sensazioni⁹⁹⁹.

Sarà invece nella più ampia discussione con Meyssonnier, che coinvolge anche Mersenne e Villiers, che Descartes arriva a definire il *conarion*, chiamato ghiandola H, secondo il lessico di C. Bauhin ne *L'Homme*, come sede dell'anima¹⁰⁰⁰.

999 Si vedano le due lettere, Fromondus a Plempius (Lovanio, 13 settembre 1637), AT I, p. 406; e Descartes a Plempius (3 ottobre 1637), AT I, p. 420. Si vedano anche le pagine dedicate allo scambio epistolare in F.A. Meschini, *Neurofisiologia cartesiana*, Firenze, Olschki, 1998, pp. 30-37. Gli esempi della mutilazione di un nervo, l'amputazione di un arto e lesioni di questo tipo saranno trattati sia da P.-S. Régis, *Cours entier de philosophie, ou système general selon les principes de M. Descartes, contenant la Logique, la Metaphysique, la Physique, et la Morale*, 3 voll., Amsterdam, Hugueten, 1691, vol. I, Met. I, 2, cap. IV, p. 122; sia da J. Clauberg, *Corporis et animæ ... coniunctio*, in ID., *Opera omnia philosophica, partim antehac separatim, partim nunc primum edita*, Amsterdam, Blaev, 1691, cap. XLIX, art. 9.

1000Unitamente a questi, tema del dibattito concerne anche il tema della follia connessa alla passione erotica o al mal d'amore, di cui si trova una notazione in L. Meyssonnier, *Traicté des maladies estraordinaires et nouvelles*, Lyon, 1643, pp. 55-56, «je diray icy ce que j'ay pensé sur ce sujet, et qui m'a paru vray semblable [...] en ayant communiqué par lettre avec Monsieur Des Cartes»; di cui, tuttavia, non c'è testimonianza alcuna nella corrispondenza.

L'utilissimo elenco di questo scambio a quattro è riportato in F. Trevisani, *Un corrispondente di Cartesio: alcune note su Lazare Meyssonnier (1611/12-1673), medico e astrologo lionese e sulla sua Belle Magie (1699)*, in *History and Philosophy of the Life Sciences*, 1979, 2, pp. 285-308: p. 287, n. 11, che qui trascrivo:

| | | |
|-------------------------|------------------------------|----------------|
| Meyssonnier a Descartes | (dicembre 1639-gennaio 1640) | perduta |
| Descartes a Meyssonnier | (29 gennaio 1640) | AT III, 18-21 |
| Meyssonnier a Descartes | (prima del 10 marzo 1640) | perduta |
| Descartes a Meyssonnier | (1 aprile 1640) | AT III, 45-56 |
| Villiers a Mersenne | (fine aprile 1640) | CM IX, 289-298 |
| Meyssonnier a Mersenne | (31 maggio 1640) | CM IX, 357-367 |

Medico e astrologo, cultore di medicina astrologica, di chiromanzia e fisiognomica, Meyssonier aveva redatto un vero e proprio trattato di mnemotecnica, il *Pentagonum*¹⁰⁰¹, in cui ritornavano i grandi temi della memoria, del lullismo e della cabala¹⁰⁰², laterali rispetto al suo principale *Cours de Médecine* (1664) e alla sua *Pharmacopée abrégée*¹⁰⁰³.

Interrogato da questi sulla funzione della ghiandola «chiamata *conarion*», Descartes afferma che sia questa «la principale sede dell'anima e il luogo dove si fanno tutti i

| | | |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------|
| Villiers a Mersenne | (fine maggio 1640) | CM IX, 339-354 |
| Descartes a Mersenne | (11 giugno 1640) | AT III, 72-90 |
| Villiers a Mersenne | (metà giugno 1640) | CM IX, 421-435 |
| Meyssonier a Mersenne | (fine giugno-inizio luglio 1640) | CM IX, 152-153 |
| Villiers a Mersenne | (7 luglio 1640) | CM IX, 456-481 |
| Descartes a Mersenne | (30 luglio 1640) | AT III, 120-138 |
| Descartes a Mersenne | (24 dicembre 1640) | AT III, 262-268 |
| Descartes a Mersenne | (4 marzo 1641) | AT III, 318-332 |
| Descartes a Mersenne | (21 aprile 1641) | AT III, 358-360 |

A cui si aggiungono cinque lettere di Villiers a Mersenne: 21 agosto 1640, in CM X, 47-60; 4 ottobre 1640, in CM X, 150-159; 24 novembre 1640, in CM X, 275-283; 9-10 dicembre 1640, in CM X, 307-321.

1001 Titolo completo dell'opera è *Pentagonum philosophicum-medicum, Sive Ars nova reminiscentiæ. Cum institutionibus Philosophiæ Naturalis, et Medicinæ sublimioris et secretioris, Theoricæ, Praticæ; et Clave hactenus desiderata omnium Arcanorum naturalium Macrocosmi et Microcosmi traditorum, vel scriptorum*, Lugduni, Sumptibus, 1639. Il titolo dell'opera si spiega mediante un sogno che l'autore aveva avuto qualche anno prima: una stella a cinque punte con cinque lettere ebraiche ai vertici, e l'invito dell'arcangelo Raffaele a scrivere un libro di medicina che seguisse quella suddivisione.

1002 Tra le altre sue opere, si ricordi *La belle magie ou science de l'esprit contenant les fondements des subtilitez et des plus curieuses et secrètes connoissances de ce temps*, Lyon, Caille, 1669; in proposito si veda *Aphorismes d'astrologie tirée de Ptolomé, Hermes, Cardan, Munfredus et plusieurs d'autres, traduit en françois par A.C.*, Lyon, Duhan, 1657, p. 1.

Ne ricorda questi aspetti P. Rossi, *La memoria artificiale come sezione della logica: Ramo, Bacone, Cartesio*, in *Rivista critica di storia della filosofia*, XV, 1960, 1, pp. 22-62: pp. 26-27, e nota 12.

1003 È noto il giudizio di Guy Patin, che lo disprezzava apertamente e che in una lettera a Falconet si dice disgustato per aver saputo che Meyssonier è stato elevato al rango degli illustri scienziati del secolo (cfr. a Falconet, 24 ottobre 1651, in *Lettres de Guy Patin, textes établies par J.H. Réveillé-Parise*, Paris, 1845, 2. voll.). Giudizio duplice, infatti, ne dà Descartes a Mersenne, dopo aver ricevuto il libro di Meyssonier e la sua prima lettera perduta: «la sua lettera – scrive il filosofo – lo palesa come un uomo onesto più dei titoli del libro che mi ha inviato, dove mescola astrologia, chiromanzia e altre tali sciocchezze in modo che non posso averne una buona opinione» (Descartes a Mersenne, 29 gennaio 1640, AT III, p. 15). Descartes, infatti, disprezza il contenuto astrologico e gli aspetti cabalistici dell'opera di Meyssonier (che quest'ultimo aveva inviato a Mersenne con una lettera il 25

nostri pensieri». La ragione di ciò è data dall'ordine delle parti del cervello, sempre doppie tranne che in questo caso, là dove benché i sensi siano divisi in due o più organi (gli occhi e le orecchie sono due, il tatto è spalmato su tutta la pelle), «non abbiamo mai se non un solo pensiero nel medesimo tempo [...] le specie che entrano tramite due occhi [...] si uniscono in una qualche parte del corpo per esservi considerate dall'anima»; era l'utilità, quindi, a suggerire a Descartes che questa ghiandola fosse il luogo più adatto a ricevere gli impulsi nervosi, e la facilità, essendo «collocata nel luogo più appropriato»¹⁰⁰⁴. Alla funzione di sintesi della ghiandola, pertanto, si unisce esplicitamente il ruolo di collegamento della mente col corpo. Nella lettera, infatti, Descartes scrive che anche la memoria può aver sede in questa ghiandola, benché sia più probabile che venga raccolta nella sostanza cerebrale tutta, così come un foglio piegato conserva le pieghe. E, inoltre, anche l'abitudine a compiere un certo movimento evoca una connessione con il pensiero che agisce su una parte del corpo, in cui a sua volta è presente quell'abitudine a muoversi¹⁰⁰⁵. Infine, tramite questa connessione della mente con il corpo si possono spiegare le voglie materne.

Nella lettera del 29 gennaio a Meyssonier si dà un primo compimento a quella spazializzazione delle funzioni corporali che *L'Homme* aveva già avanzato, ma che erano rimaste sconosciute ai più, e che la *Dioptrique* aveva riassunto per il caso specifico della vista. Tali funzioni sono ordinate dagli impulsi nervosi che giungono nel *conarion*, sede del pensiero. Le facoltà sensibili sono riunite all'ordine del pensiero: la sensazione, l'immaginazione e la memoria ricevono un impulso meccanico che le aziona o le riceve, ma sono strutturate e stabilite dal pensiero. In questo senso il funzionamento della ghiandola come centro neurologico fa dipendere le voglie dalla presenza della sensazione, ma la ricollega agli spiriti animali che si mescolano con il sangue.

febbraio 1639, si veda *CM VIII*, Meyssonier à Mersenne, 25 fév. 1639, pp. 330-333), ma tuttavia apprezza il tono della lettera che questi gli ha inviato, eleggendolo, nella prima risposta che gli invia, onorato di aver ricevuto la sua obiezione e intelligente scienziato (si veda Descartes a Meyssonier, 29 gennaio 1640, *AT III*, pp. 18-19).

¹⁰⁰⁴Descartes a Meyssonier (29 gennaio 1640), *AT III*, p. 19.

¹⁰⁰⁵L'esempio è quello del suonatore di liuto, la cui abilità è senz'altro nel pensiero, ma la cui abitudine a muovere le dita in un certo modo per produrre un certo suono è anche nella mano e nei muscoli delle dita, cfr. Descartes a Meyssonier (29 gennaio 1640), *AT III*, p. 20.

L'esempio mostra come vi sia una spazialità specifica alle diverse facoltà: la memoria, infatti, è per lo più corporea e risiede soprattutto nelle zone del cervello, non tanto nella ghiandola stessa, l'immaginazione e la sensazione agiscono sul corpo, addirittura formando voglie a partire da sensazioni fisiche – si trovano nella ghiandola «soprattutto in coloro che hanno la mente più ebete»¹⁰⁰⁶, scrive – ma sono funzionalità ordinate dall'anima.

Descartes ribadisce l'adeguata disposizione della ghiandola al centro del cervello, la sua idoneità a ricevere le diverse impressioni, ma la sua inadeguatezza «a conservarle». Si sottace ancora sul funzionamento dell'anima nel recuperare queste impressioni conservate e nell'ordinarle, benché egli accostasse a quella memoria corporea «un'altra, del tutto intellettuale, che dipende dalla sola anima»¹⁰⁰⁷. La discussione continuava con la partecipazione di Villiers, a cui Mersenne aveva inviato la risposta di Descartes a Meyssonier, il quale inseriva l'ipotesi cartesiana in un contesto ampio, nel quale lo accusava della difficoltà di definire il luogo dell'anima, oggetto di interesse comune a Galeno e a Campanella¹⁰⁰⁸; da ultimo criticava Descartes, perché il *conarion* non è che una parte del cervello e perché da un punto di vista anatomico è insostenibile che sia la sede dell'anima, visto soprattutto che Descartes non ne spiegava il funzionamento.

Il dibattito con Villiers continua. Meyssonier, convertito alle idee neurofisiologiche cartesiane, è il primo ad attaccare il medico di Sens, in uno scontro che contrappone non

1006Descartes a Meyssonier (29 gennaio 1640), AT III, p. 20. Si veda anche Descartes a Mersenne (Santpoort, 1 aprile 1640), AT III, p. 47.

1007Descartes a Mersenne (Santpoort, 1 aprile 1640), AT III, p. 48.

1008Cfr. Villiers a Mersenne, fin d'avril 1640, in *CM*, IX, pp. 290-291: «les Arabes mettoient les operations de la phantaisie dans les ventricules superieures, comme la ratiocination dans celuy du milieu et la memoire dans la dernier, aydez des partyes du cerveau qui leur sont voisines», ma il loro pensiero «est de longtemps excluse des escholes, veu que ces ventricules sont plustosto des deschargeoirs [...] seroient plustost paryes servantes que non pas principales pour faire si grandes operations»; «Galen a voulu qu'elles se feissent par toutes la substance du cerveau», che avrebbe avuto senso se «ce n'estoit que le cerveau et autres partyes du corps sont en un perpetuel changement et flux [...] or cela estant, l'ame seroit aussy contrainte de cahnger la noblesse de ses operations»; «Campanella a fait les esprits animaux estre l'instrument duquel l'ame se sert en toutes les operations susdites», ma anche questi «sont trop sujets à changement, soudains et momentanée, recevants subitement grande diversité d'impressions [...] Il dit pourtant vray que les esprits font tout [...]: mais il n'entend [...] que les esprits inflents, parce qu'ilz sont en une continuelle, mais evidente et sensible action».

solo la teoria cartesiana ad una più tradizionale, ma anche un vero e proprio confronto tra attitudini scientifiche differenti: lettura dei libri da un lato, conoscenza pratica dall'altro¹⁰⁰⁹; funzionalismo da un lato, vitalismo e spiritualismo paracelsiano dall'altro¹⁰¹⁰, difendendo l'idea che il *conarion* sia sede e non strumento dell'anima¹⁰¹¹ e smontando le critiche di Villiers attraverso l'esame anatomico. Non ci addentreremo in una lettura del dibattito, che continua con altre lettere in cui Villiers, data la difficoltà dell'argomento, propone una storia naturale dei viventi¹⁰¹² al fine di inquadrarla in un ordine preciso e sostiene che sia il *cerebellum* l'opportuna sede dell'anima¹⁰¹³; a cui Meyssonier¹⁰¹⁴ prima e Descartes¹⁰¹⁵ poi rispondono.

Tuttavia, in questo carteggio a otto mani (è compreso Mersenne che tace la propria opinione) ci sono alcuni aspetti interessanti che è opportuno sottolineare. In primo luogo l'ingresso della ghiandola pineale in una discussione medica come sede dell'anima, concezione che Descartes mette a punto nella spiegazione del funzionamento

1009Cfr. Meyssonier à Mersenne, 31 mai 1640, in *CM IX*, p. 358, «celuy qui vous a envoyé cest escrit, semble un homme assez bien versé en la lecture des livres anatomiques et chymiques, mais je ne reconnois pas à son discours qu'il ait jamais beaucoup employé de temps à couper des corps, ou à faire destiler des alembicqs».

1010Cfr. *ibid.*, p. 359.

1011Cfr. *ibid.*, p. 365.

1012Cfr. Villiers à Mersenne, seconde moitié de mai 1640, in *CM IX*, pp. 345-349.

1013Cfr. Villiers à Mersenne, fin d'avril 1640, in *CM IX*, pp. 295-297: p. 295, «qu'au dit *cerebellum*, qui est seul comme le *conarion*, se doit faire les operations susdites». Villiers à Mersenne, seconde moitié de mai 1640, in *CM IX*, pp. 342-343: p. 342, «les principales dedans le *cerebellum* qui est evidemment l'origine des conjuguaisons des nerfs et de la mouelle de l'espine du dos, dans lesquelles, du *cerebellum* comme de la principale boutique et siege de l'ame...».

1014Cfr. Meyssonie à Mersenne, fine giugno-primi luglio, in *CM IX*, pp 152-153: p. 153, «c'est repugner à sa propre raison de le faire siege de la raison».

1015Cfr. Descartes a Mersenne (Leida, 30 luglio 1640), *AT III*, pp. 123-124. Alla proposta di altre parti, meno soggette alle alterazioni che può subire il *conarion*, Descartes risponde negando questo fatto; riafferma l'unità dell'anima che si ritrova nell'unità della ghiandola; nega che il *cerebellum* sia unitario così come Villiers sostiene: «esso è uno solo *in apparenza e in maniera nominale* ed è certo che perfino il suo *prolungamento vermiforme*, che al più sembra non essere altro che un corpo, è divisibile in due metà, e che il midollo spinale è composto da quattro parti, di cui due derivano dalle due metà del cervello, le altre due dalle due metà del *cervelletto*; e anche il *setto lucido*, che separa i due ventricoli anteriori, è doppio» (p. 124); nega che lo spirito fisso di Villiers sia intelligibile: «mi meraviglio – scrive – che persone di buon senso, cercando qualcosa di probabile, preferiscano immaginazioni confuse e impossibili a pensieri più intelligibili e, se non veri, almeno possibili e probabili; ma è il ricorso alle opinioni della Scuola che impedisce loro di aprire gli occhi» (*ibid.*).

neurofisiologico. Inoltre Villiers richiama l'attenzione di Descartes sulle malattie del cervello, sulla letargia e su altre alterazioni mentali. Nella lettera del primo aprile, infatti, Descartes ritiene plausibile che «dissezionando i letargici si trovasse che la ghiandola *conarium* è corrotta»: è un argomento che Mersenne gli aveva suggerito, e di cui lo stesso Descartes era giunto a conoscenza: «tre anni fa, a Leida, volendola vedere in una donna che veniva dissezionata, nonostante la cercassi molto accuratamente e sapessi molto bene dove dovesse essere, abituato com'ero a trovarla negli animali appena uccisi [...], mi è stato impossibile riconoscerla. Un vecchio professore che seguiva la dissezione, di nome Valcher, mi confessava che non aveva mai potuto vederla in un corpo umano. Ciò credo dipenda dal fatto che comunemente impiegano qualche giorno a vedere gli intestini e le altre parti, prima di aprire la testa»¹⁰¹⁶. Sovente la ghiandola non si trova, ritiene Descartes, per il troppo tempo che trascorre tra la morte e l'esame anatomico. Tuttavia, egli reputa che vi sia una ben più profonda connessione tra le alterazioni mentali e l'assenza (o la presenza con menomazioni) della ghiandola pineale. Questa, infatti, non è solo il luogo di controllo degli impulsi fisici, ma svolge una funzione più ampia.

Il ruolo della ghiandola, infatti, in quanto sede dell'anima, è di grande interesse per indicare la causa delle malattie mentali. Abbiamo già visto che lo scarso riposo incide negativamente sul funzionamento meccanico del cervello e delle sue parti, rendendo l'azione degli spiriti più difficile e minando l'efficacia dell'intelligenza umana; anche la letargia sembra causata da un'alterazione della ghiandola; lo stesso Villiers suggeriva di conoscere il *conarion* attraverso lo studio delle malattie mentali, attribuendo la connessione tra la sua alterazione e la condizione letargica alla secchezza della ghiandola¹⁰¹⁷. E a questi Descartes rispondeva limitando il campo: spesso, infatti, non si

¹⁰¹⁶Descartes a Mersenne (Santpoort, 1 aprile 1640), AT III, pp. 48-49.

¹⁰¹⁷Villiers à Mersenne, fin d'avril 1640, in *CM IX*, pp. 292-293: p. 292, «sa substance estant mediocrement glanduleuse, elle peut se desseicher comme à ce lethargique [...]. Mais bien plus souvent s'humecter et s'enfler [... elle] sans doute peut faire diverses maladies incogneues, outre les mouvemens epileptiques vertigineux et peut-estre apoplectiques»; p. 293, «pour avoir cognoissance de ce *conarion* par ses effects dans les maladies du cerveau, il seroit necessaire d'ouvrir le crane de ceux qui ont esté effectez de maladies du cerveau».

conosce la causa delle alterazioni della mente, e così «le si può attribuire a qualche malattia di questa ghiandola», ma «oltre a tutto ciò – aggiungeva – tutte le alterazioni che colpiscono la mente nel sonno dopo aver bevuto, ecc., possono essere attribuite a qualche alterazione di questa ghiandola»¹⁰¹⁸. La stessa letargia verrà utilizzata da esempio nelle quinte risposte quale condizione in cui non si ricordano i pensieri compiuti¹⁰¹⁹. Si tratta, dunque, dell'inizio di una discussione che, concentrandosi sul ruolo del *conarion* nell'unione tra anima e corpo, cerca nello studio meccanico del cervello la spiegazione di quelle malattie, dolori, tristezze e follie che ancora non avevano trovato una definizione medica precisa¹⁰²⁰. Da alcune di queste problematiche, ad indicare la vastità dell'argomento che sollevava Villiers, si accenderà la grande attenzione cartesiana sui dolori dell'animo della principessa Elisabetta, che porterà allo studio delle passioni e sulle diverse attività mentali; e si può intravedere quell'attenzione medica alle malattie del corpo che agiscono sulla mente e viceversa, ai dolori, alla melancolia, alle malattie dell'anima e alla follia; quest'ultima, però, senza altri riscontri nella corrispondenza¹⁰²¹.

Infine, più o meno da questa discussione a più voci, si sviluppa una disputa sul *conarion* presso l'Università di Parigi. Descartes ne viene informato da Mersenne, con

1018Descartes a Mersenne (Leida, 30 luglio 1640), AT III, p. 123.

1019Cfr. *Mediationes de prima philosophia, Responsio auctoris ad quintas objectiones*, AT VII, p. 356

1020Noto il passaggio della *Meditatio I* sui malati di mente, e il dibattito che ha suscitato nella critica del secolo scorso. Ci limitiamo, infatti, a sottolineare che nel XVII secolo i malati mentali non erano più posseduti dai demoni, ma uomini di un altro mondo (si veda R. Bastide, *Sociologie des maladies mentales*, Paris, Flammarion, 1965, p. 236): la malattia mentale diventava, pertanto, un comportamento antisociale. Solo nel secolo successivo vi saranno dei tentativi di riclassificare le malattie mentali (si veda I. Kant, *Anthropologie in pragmatischer Hinsicht*, trad. it. Id., *Antropologia pragmatica*, a cura di G. Vidari, Roma, Laterza, 2001, pp. 105-108). Si veda in particolare M. Foucault, *Histoire de la folie à l'âge classique*, Paris, Gallimard, 1972.

1021Similmente a quella stanchezza che ci fa sembrare ebbri, la stessa alterazione delle malattie mentali può essere collegata ai cambiamenti fisici del cervello e della ghiandola pineale. Contrariamente a quanto si ritiene (si veda J.-M. Monnoyer, *La pathétique cartésienne*, in *Descartes. Les passions de l'âme*, cit., p. 21), vi è un frammento di Descartes in cui sostiene che esistano malattie dell'anima: «le malattie del corpo sono conosciute più facilmente delle malattie della mente poiché della salute del corpo facciamo esperienza più spesso; della mente mai» (R. Descartes, *Cartesius*, in *Excerpta ex Ms. Cartesii*, (Ms. di Leibniz), AT XI, p. 653). È di questo stesso avviso V. Aucante, *La philosophie médicale de Descartes*, cit., p. 365.

una lettera andata perduta, a cui il filosofo risponde il 24 dicembre in grande fretta: «poiché il problema che ponete riguardo al *conarion* sembra quello più pressante e l'onore che mi fa colui che vuole difendere pubblicamente quel che ne ho scritto nella mia *Dioptrique* mi obbliga a cercare di soddisfarlo»¹⁰²². Secondo Franco Aurelio Meschini, il disputante è Jean Cousin¹⁰²³, di cui non abbiamo molte altre informazioni biografiche. Egli propose il 24 gennaio 1641 all'*école de médecine (in scholis medicorum)* di Parigi, sotto la presidenza di Jean de Monstroeil, una *quæstio medica* intitolata *An κοινον sensus communis sedes?* (con risposta affermativa)¹⁰²⁴. Nella lettera, Descartes insiste sulla tesi dell'unità di questa parte solida, «non c'è che esso in tutto il cervello – scrive – che sia unico: occorre necessariamente che sia la sede del senso comune, cioè del pensiero e, di conseguenza, dell'anima; infatti *l'uno non può essere separato dall'altra*. Altrimenti occorrerebbe riconoscere che l'anima non è immediatamente unita a nessuna parte solida del corpo, ma soltanto agli spiriti animali che sono nelle sue concavità e che vi entrano ed escono continuamente come l'acqua di un fiume, ciò che apparirebbe troppo assurdo»¹⁰²⁵, e si mostra disponibile ad aiutare ancora il disputante¹⁰²⁶. La questione, tuttavia, sembra smorzarsi presto: se è vero che in due lettere successive si ritorna sulla disputa – egli è interessato su come sia andata e su quali obiezioni siano state rivolte –, Descartes non riceve ulteriori notizie in proposito: le obiezioni avanzate non gli giungono¹⁰²⁷, né si sa altro. Sfogliando la *quæstio* proposta si nota una dipendenza dalla filosofia di Descartes che lascia intendere un ruolo intermedio fondamentale di Mersenne, ma vi è anche un mescolamento con temi tradizionali, ad indicare che la scienza del filosofo del metodo non fosse completamente

1022Descartes a Mersenne (Leida, 24 dicembre 1640), AT III, p. 263.

1023Si veda F.A. Meschini, *Jean Cousin e un dibattito poco conosciuto sul conarion*, in *La biografia intellettuale di Descartes attraverso la Correspondance*, cit., pp. 627-644: pp. 631-632. Le medesime riflessioni sono riportate in F.A. Meschini, *Neurofisiologia cartesiana*, cit., pp. 47-54. Ne conferma l'interpretazione anche V. Aucante, *La philosophie médicale de Descartes*, cit., p. 240.

1024Si vedano le *quæstiones* sostenute a Parigi in L.W.B. Brockliss, *Medical teaching at the University of Paris, (1600-1720)*, in *Annals of Science*, XXXV, 1978, pp. 221-251: p. 227.

1025Descartes a Mersenne (Leida, 24 dicembre 1640), AT III, p. 264.

1026Cfr. *ibid.*, p. 265.

1027Cfr. Descartes a Mersenne (Leida, 4 marzo 1641), AT III, p. 319; Descartes a Mersenne (Endegeest, 21 aprile 1641), AT III, pp. 361-362.

compresa e fosse spesso ricondotta alla filosofia tradizionale.

Di qualche mese successivo sono le dispute sostenute all'università di Utrecht da Regius, «probabilmente l'unico professionista» che comprese l'importanza del *Discours* e sviluppò attraverso questa lettura «un sistema fisico [...] basato sui principi cartesiani»¹⁰²⁸. E tocca temi che riguardano la corrispondenza di questi anni: l'unità dell'anima razionale, la riduzione delle altre forze alla disposizione del corpo, totalmente automatico, di cui l'anima è il principio primo; l'annullamento delle questioni sulla diffusione dell'anima nel corpo, tacciato come argomento futile, ci restituisce le caratteristiche della medicina meccanica di Regius, la quale accoglie la spiegazione cartesiana della sensazione e del movimento¹⁰²⁹: il ruolo di Descartes nell'elaborazione del meccanicismo biologico è senz'altro rilevante per gli sviluppi del pensiero di Regius.

Nelle numerose corrispondenze si incontrano diversità di concezioni, che indicano la complessità dell'argomento: la posizione cartesiana è una tra le tante, che cerca di ridurre la vastità dell'oggetto di studio ad un'unità interpretativa. Le connessioni con il pensiero tradizionale sono evidenti, lo stesso Regius, benché critico verso le nozioni aristoteliche, resta legato alla tradizione scolastica delle dispute. Nella corrispondenza del 1641 con Regius, si intravede già la contrapposizione tra la metafisica del francese e il materialismo empirico di Regius, là dove il medico nederlandese sviluppa una concezione in cui la stretta connessione dell'attività spirituale con l'organismo fa dipendere le facoltà umane dalla struttura fisica. Questi non riesce ad integrare il dualismo cartesiano nel sistema medico. Le note distanze e queste difficoltà che si

1028Th. Verbeek, *Descartes and the Dutch. Early Reactions to Cartesian Philosophy, 1637-1650*, Carbondale, Southern Illinois Press, p. 13. Si veda anche *Epistola a Dinet*, AT VII, pp. 582-583. Su Regius si vedano: P. DIBON, *Regards sur la Hollande du siècle d'or*, Napoli, Vivarium, 1990, pp. 551-577; R. BORTOLI (a cura di), *René Descartes/Henricus Regius. Il carteggio/le polemiche*, Napoli, Cronopio, 1997; E.-J. BOS, *The correspondence between Descartes and Henricus Regius*, Utrecht, Zeno, 2002.

1029Cfr. H. Regius, *Physiologia sive cognitio sanitatis. Tribus disputationibus in Academia Ultrajectina publice proposita*, Ultrajecti, 1641. Ho potuto consultare il testo in rete. Si vedano, tra gli altri, K.E. Rothschild, *Henricus Regius und Descartes. Neue Einblicke in die frühe Physiologie (1640-1641) des Regius*, in *Archives internationales d'histoire des sciences*, XXVIII, 1968, pp. 39-66; e P. Farina, *Il corpuscolarismo di Henricus Regius: materialismo e medicina in un cartesiano olandese del Seicento*, in U. Baldini, G. Zanier, P. Farina, F. Trevisani, *Ricerche sull'atomismo del Seicento*, Firenze, La Nuova Italia, 1977, pp. 119-178.

evidenzieranno nella *querelle* di Utrecht e nella netta contrapposizione successiva, sono già chiare nella clamorosa asserzione «*quod homo sit ens per accidens*»¹⁰³⁰.

Oggetto della medicina cartesiana, infatti, non è solamente il meccanismo corporeo, ma l'uomo nella sua unità, ovvero in quell'unità sostanziale di anima e corpo che Regius riduceva a pura materia. La tesi dell'uomo come ente accidentale, la cui conseguenza evidente era la dipendenza dell'anima dal corpo, in una forma materialistica rigida, rendeva inutile la distinzione e l'unione sostanziale. Descartes lo suggeriva con forza a Regius:

avete affermato *che l'uomo è fatto per accidente di corpo e di anima* senz'altro per significare che si può dire che, per il corpo, è *in certo modo* accidentale essere congiunto all'anima e, per l'anima, esser unita al corpo, poiché il corpo può essere senza l'anima e l'anima senza il corpo [...]. Eppure sono enti per sé. Si può solo obiettare che non è per accidente, ma per sua stessa natura, che l'anima è congiunta al corpo umano; poiché, avendo il corpo tutte le disposizioni richieste a ricevere l'anima, e senza le quali non è propriamente un corpo umano, solo per miracolo l'anima può non essergli unita; né è accidentale, per l'anima, d'essere congiunta al corpo, ma è accidentale soltanto esserne separata dopo la morte¹⁰³¹.

Dalla tesi di Regius, infatti, discendevano alcune condizioni incomprensibili riguardo all'uomo e completamente antitetiche rispetto al pensiero di Descartes: «prima – scrive il filosofo francese criticando profondamente le dottrine che Regius sta per pubblicare – considerando la mente come sostanza distinta dal corpo, avete scritto che l'uomo è *ente per accidente*. Adesso invece, considerando che la mente e il corpo sono strettamente

1030Descartes a Regius (Endegeest, metà di dicembre 1641), AT III, p. 460. Si veda Th. Verbeek, *René Descartes et Martin Schook. La Querelle d'Utrecht*, Paris, Les impressions nouvelles, 1988, pp. 90-94. Si veda anche C. Wilson, *Descartes and the corporeal mind: some implications of the Regius affair*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, London, Routledge, 2001, pp. 659-679.

1031Descartes a Regius (Endegeest, metà di dicembre 1641), AT III, p. 460.

uniti nello stesso uomo, volete che essa sia solo *modo del corpo*. Errore molto più grave del primo»¹⁰³². O condizioni che rendevano incomprensibile la medicina cartesiana. L'unione, infatti, non è una mera disposizione o situazione, come scrive a Regius, noi «percepriamo che la sensazione del dolore, e tutte le altre, non sono puri pensieri della mente distinta dal corpo, bensì confuse percezioni di essa che al corpo è realmente unita»¹⁰³³.

L'unità, “forma sostanza dell'uomo”¹⁰³⁴, è concetto metafisico di un'esperienza evidentissima e prima nel tempo della vita, ma anche idea scientifica dell'unione¹⁰³⁵, nel tempo della scienza medica. La corrispondenza su questo tema, infatti, mescola sempre considerazioni metafisiche a rilievi medici. Come per esempio nella lettera all'Hyperaspiste del 1641, noi, scrive,

facciamo esperienza del fatto che le nostre menti sono congiunte ai corpi in modo tale da patire quasi sempre da essi; e, inoltre, benché l'animo desto, in un corpo adulto e sano, possa godere di una libertà di pensare a cose diverse da quelle che i sensi gli offrono, tuttavia di una tale libertà non dispongono i malati, né coloro che dormono, né gli infanti¹⁰³⁶.

Si tratta dell'unità di sostanze distinte, con cui si garantisce l'immortalità dell'anima, è la stessa principessa Elisabetta a indicarne la complessità al filosofo¹⁰³⁷. Ne sono un esempio lo studio delle passioni, a cui il filosofo si dedica nella corrispondenza con la

1032Descartes a Regius (Egmond-Binnen, luglio 1645), AT IV, p. 250. Per i *Fundamenta Physices*, si veda Th. Verbeek, *Regius's Fundamenta Physices*, in *Journal of the History of Ideas*, 55, 1994, pp. 533-551.

1033Descartes a Regius (Endegeest, fine gennaio 1642), AT III, p. 493.

1034Cfr. *ibid.*, p. 505, l'anima è «la vera forma sostanziale dell'uomo: infatti si ritiene che essa sia creata immediatamente da Dio per la sola ragione che è sostanza; e perciò, non ritenendosi le altre create nello stesso modo, ma solo tratte dalla potenza della materia, non si deve anche ritenere che siano sostanze».

1035Cfr. Descartes a Elisabetta (Egmond aan den Hoef, 28 giugno 1643), AT III p. 691.

1036Descartes a X*** [l'Hyperaspiste], (Endegeest, agosto 1641), AT III, p. 424.

1037Cfr. Elisabetta a Descartes (L'Aia, 6 maggio 1643), AT III, pp. 661-662.

principessa palatina: l'accesso ad esse è stabilito dalla conoscenza medica sviluppata in questi anni in materia neurologica. Lo studio del corpo è unito a quello della mente.

Il filosofo, medico dell'anima, è interrogato dalla principessa triste e melanconica sulle passioni: l'esame di esse trova una soluzione scientifica al tema dell'unione. Attraverso questi studi, le caratteristiche umane molto diverse sono riunificate: la ghiandola pineale è lo strumento corporeo con cui si ordinano le passioni, le sensazioni, la memoria e la fantasia. Non vi è un intermediario tra anima e corpo – come, invece, sostengono Gassendi e, più avanti, Malebranche¹⁰³⁸ –, ma in questi anni egli sviluppa e porta a compimento l'idea che nella ghiandola pineale si dia immediatamente l'unione tra anima e corpo: le informazioni che vi sono trasportate dagli spiriti animali o che sono immagazzinate dal cervello sono conosciute immediatamente dall'anima. Lo dice chiaramente nella lettera a Hyperaspiste:

la mente, realmente distinta dal corpo, è nondimeno ad esso congiunta, ed è affetta dalle tracce impresse in esso, o ne imprime di nuove essa stessa nel corpo [...]. E non importa che quegli accidenti siano detti corporei, se, infatti, con il termine *corporeo* s'intende tutto ciò che può produrre in qualche modo un'affezione nel corpo, allora in questo senso anche la mente dovrà esser detta corporea; se, invece, con *corporeo* s'intende ciò che è composto di quella sostanza che è chiamata corpo, allora non si dovranno dire corporei né la mente, né quegli stessi accidenti [...]. E così, dunque, quando essa, unita al corpo, pensa ad una cosa corporea, certe particelle del cervello si muovono di luogo, talora si sotto la sollecitazione degli oggetti esterni che agiscono sugli organi di senso e degli spiriti animali che salgono dal cuore al cervello, ma altre volte anche della mente stessa, e cioè quando venga spinta a qualche pensiero dalla sua sola libertà; e dal movimento di queste particelle del cervello si produce quella tracia

1038Cfr. P. Gassendi, *Meditationes*, AT VII, p. 386; N. Malebranche, *Recherche de la vérité*, VI^e *Éclaircissement*, in *Œuvres complètes*, éd. par G. Rodis-Lewis, 21 voll., Paris, Vrin, [1962—1976], 1976, t. III, p. 61.

dalla quale dipende il ricordo. Quando alle cose puramente intellettuali, però, non v'è propriamente ricordo alcuno; accade invece che, alla prima occasione in cui si presentano, si offrano al pensiero altrettanto bene che alla seconda, se non fosse per il fatto che si è soliti collegarli ai nomi dei qualche anche ci ricordiamo, essendo corporei.¹⁰³⁹

Sbarazzandosi della terminologia scolastica, Descartes conferma la complessa unità sostanziale in cui le sensazioni sono conosciute, le passioni provate, i ricordi accumulati e le immaginazioni costruite. Sono impulsi nervosi, la cui dissomiglianza dalle cose è riconosciuta in numerosi studi¹⁰⁴⁰, che nella ghiandola pineale¹⁰⁴¹ vengono ordinati, disposti e conosciuti dall'operare dell'anima: l'esperienza del linguaggio è emblematica e significativa, le parole infatti «eccitano nella ghiandola dei movimenti, i quali, per decreto della natura, rappresentano all'anima solo il loro suono, quando sono proferiti dalla voce, o la figura delle loro lettere, quando sono scritte, e che, nondimeno, per l'abitudine che abbiamo acquisito pensando a ciò che significano, quando si è udito il loro suono oppure si sono viste le loro lettere, sono solite far intendere questo significato, piuttosto che la figura delle loro lettere oppure il suono delle loro sillabe»¹⁰⁴². Vero tramite tra le cose e il pensiero di esse, gli impulsi nervosi operano

1039Descartes a X*** [l'Hyperaspiste], (Endegeest, agosto 1641), AT III, pp. 424-425.

1040Dai lavori di J.-L. Marion, *Sur l'ontologie grise de Descartes*, cit., e Id., *Sur la théologie blanche de Descartes*, Paris, PUF, 1981, a M. Fichant, *La géométrisation du regard. Réflexions sur la Dioptrique de Descartes*, in *Philosophie*, 34, 1992, pp. 45-69. Il sapere, infatti, è sottratto agli equivoci delle relazioni di significato, si svuota il nome di ogni riferimento alla realtà e lo si sostituisce con indicatori segnici di puro significato, in cui il modello algebrico viene applicato a tutta la conoscenza.

1041La teoria completa della ghiandola pineale è fornita solamente nelle *Passions de l'âme*, in cui Descartes attribuisce definitivamente alla ghiandola la condizione di sede dell'anima: «nonostante l'anima sia unita a tutto il corpo, c'è nondimeno in esso qualche parte, in cui essa svolge le proprie funzioni più specificamente che in tutte le altre [...] la parte del corpo in cui l'anima esercita direttamente le proprie funzioni non è affatto il cuore, e neanche tutto il cervello, ma soltanto la più interna delle sue parti, che è una piccolissima ghiandola» (R. Descartes, *Les passions de l'âme*, p. I, “*Des passions en general: et par occasion, de toute la nature de l'homme*”, art. XXXI, “*Qu'il y a une petite glande dans le cerveau, en laquelle l'ame exerce ses fonctions plus particulièrement que dans les autres parties*”, AT XI, pp. 351-352.

1042R. Descartes, *Les passions de l'âme*, art. L, “*Qu'il n'y a point d'ame si foible, qu'elle ne puisse, estant*

quella trasformazione biologica per cui nella ghiandola pineale non giungono, secondo Descartes, le figure delle cose, ma impulsi percettivi che hanno tutt'altra raffigurazione, incorporea, che l'anima può conoscere e ricostruire. La ghiandola è sede delle funzioni mentali, per la sua doppia azione di ricezione e invio degli impulsi nervosi, ed è anche sede dell'anima che conosce questi impulsi e induce le reazioni meccaniche. Trova, quindi, compimento quella teoria di raffigurazione quantitativa delle qualità secondarie abbozzata da Descartes nella XII *Regula*. I sensi sono ridotti alla meccanica geometrica.

La relazione di anima e corpo non esaurisce la sua natura nell'esercizio del secondo sulla prima, ma si deve aggiungere l'azione dell'anima sul corpo.

La stessa memoria, come si legge dalla lettera all'Hyperaspiste, ha una doppia natura: corporea e intellettuale (vi è una terza memoria “locale” «come Descartes chiama, sempre in questa lettera a Mersenne, quella collocata fuori di noi e cioè quella riposta [...] nelle pagine del libro a partire dalle quali ne ricordiamo il contenuto»¹⁰⁴³). Derubricata dalle attività intellettuali, connessa al ricordo di una conoscenza che giunge dal corpo, già nelle *Regulæ* la memoria era analizzata in tutta la sua complessità: strumento utile all'intelletto deduttivo e alla conoscenza induttiva, non può sostituirsi al ragionamento. Non è una vera e propria produzione di conoscenza, ma è il ricordo di qualcosa già sperimentato. La memoria, pertanto, si spiega grazie alla predisposizione del cervello a ricevere le esperienze del mondo esterno e ad accumularne le tracce che vi lasciano: è nel cervello, come sostiene nelle lettere a Mersenne e a Meyssonier, che si accumulano i ricordi. Ne *L'Homme* ne aveva già scritto, mostrando come il passaggio degli spiriti animali agisca (piegando, allargando, ridisponendo o tracciando figure) sui pori del cervello. Nelle *Passions de l'âme*, Descartes ne spiega il funzionamento, distinguendo una triplice funzionalità: la recezione delle impressioni, in cui la ghiandola esercita la propria funzione¹⁰⁴⁴, la conservazione di esse, in cui tali tracce sono lasciate

bien conduite, acquerir un pouvoir absolu sur ses passions”, AT XI, p. 369.

1043F. Bonicalzi, *Il luogo della memoria*, in *La biografia intellettuale di Descartes attraverso la Correspondance*, cit., pp. 559-605: p. 565. Il testo si riferisce alla lettera di Descartes a Mersenne (Santpoort, 1 aprile 1640), AT III, p. 48.

1044Questo ruolo vale per tutte le sensazioni e le impressioni che agiscono sul corpo umano, si veda *Les passions de l'âme*, I, art. XXXV, “*Exemple de la façon que les impressions des objets s'unissent en la*

tra le pieghe del cervello dagli spiriti animali attivati nella ghiandola, e l'azione del ricordo. La memoria, infatti, «non si costruisce solo nella dimensione del tempo, secondo una successione di rappresentazioni [...], ma occorre che, in quella prima occasione, si sia verificato un conferimento di senso in termini di novità di ciò che appare [...] e nella seconda occasione in cui gli avvenimenti accadono, si sia stabilito il riconoscimento con quanto precedentemente percepito»¹⁰⁴⁵. Il ricordo, infatti, «dipende da una riflessione dell'intelletto, ossia della memoria intellettuale»¹⁰⁴⁶: se in questo caso persiste una conoscenza fondata sulla durata e sul tempo, Descartes ne riduce l'attivazione e il riconoscimento all'attività intellettuale. Lo scrive sempre ad Arnauld,

non basta, per ricordarci di una certa cosa, che essa si sia già presentata alla nostra mente [...]; ma occorre inoltre che noi riconosciamo [...] che questa accade perché già in precedenza da noi percepita. [...]

Da questo si può vedere che, perché se ne abbia memoria, non bastano delle vestigia qualsiasi lasciate nel cervello da pensieri avuti in precedenza, ma solo quelle che la mente riconosce essere in noi non da sempre, ma sopraggiunte come nuove ad un certo momento. Ritengo però che la mente [...] abbia dovuto esercitare una pura intellesione, proprio per accorgersi che quella cosa che le si presentava era nuova [...]: di questo carattere di novità, infatti, non si può dare alcuna vestigia corporea.¹⁰⁴⁷

Alla corporeità del funzionamento neurofisiologico per cui le impressioni sono ricevute dalla ghiandola pineale e accumulate nei pori del cervello, si aggiunge un meccanismo puramente intellettuale che governa e dà compimento all'atto memorativo.

glande qui est au milieu du cerveau», AT XI, pp. 355-356: «queste immagini si irradiano in modo tale verso la piccola ghiandola circondata da questi spiriti, che il movimento che compone ogni punto di ciascuna delle immagini, tende verso lo stesso punto della ghiandola, verso il quale tende il movimento che forma il punto dell'altra immagine».

1045F. Bonicalzi, *Il luogo della memoria*, cit., pp. 592-593.

1046Descartes a Arnauld (Parigi, 4 giugno 1648), AT V, p. 193.

1047Descartes a Arnauld (Parigi, 29 luglio 1648), AT V, p. 220.

È solo l'azione intellettuale, infatti, che permette di ricordare e che dà valore di conoscenza al ricordo.

Nell'articolo 42 delle *Passions de l'âme* lo descrive compiutamente. Vi sono le tracce del cervello, le quali «non sono altro, se non i pori del cervello, attraverso cui gli spiriti sono passati precedentemente a causa della presenza di questo oggetto», le quali «hanno acquisito una maggiore propensione degli altri ad essere nuovamente aperti in modo analogo dagli spiriti che vengono verso di essi»; nel momento in cui si ripresenta un'impressione simile alla prima, vengono riattivati gli spiriti, i quali, «incontrando tali pori, vi entrano più facilmente che negli altri», poiché quegli spazi sono costruiti in un modo particolare e nel loro passaggio certi spiriti vi entrano, prendendone la forma e restituendo alla ghiandola il collegamento tra i due ricordi¹⁰⁴⁸. Uscendo nuovamente dai pori, questi spiriti «eccitano nella ghiandola un particolare movimento, che rappresenta all'anima lo stesso oggetto»¹⁰⁴⁹.

Descartes riduce la connessione operata dalla ghiandola ad una riproduzione figurativa: al di là del movimento meccanico degli spiriti non vi è una vera e propria attività della memoria. È solo l'intelletto, infatti, a «conoscere», sia «quello di cui voleva ricordarsi», sia la sensazione che si ripete. Se è vero che in questo secondo caso la passione mnemonica è corporea, poiché si tratta di una sensazione che si presenta ai nostri organi ad attivare gli spiriti animali, mentre nel primo caso l'attività mnemonica è intellettuale, «l'anima vuole ricordarsi di qualche cosa»¹⁰⁵⁰, la vera e propria azione conoscitiva è sempre compiuta dall'intelletto.

Vi sono, inoltre, pensieri diretti, quali ad esempio quelli degli infanti, «quando sentono dolore per il fatto che dell'aria fa contrarre il loro intestino, o piacere perché

1048 Mi sembra che la descrizione del funzionamento degli spiriti nell'atto mnemonico sia simile a quella delle piccole parti magnetiche che passano attraverso le pietre magnetizzate: solo alcune vi passano, perché hanno certe proprietà fisiche (una certa figura) che si adattano alla forma dei pori; lo stesso si può dire di un tal ricordo.

1049 *Les Passions de l'âme*, art. XLII, “*Comment on trouve en sa memoire les choses dont on veut se souvenir*”, AT XI, p. 360.

1050 *Ibid.*, p. 360; in questo secondo caso, inoltre, «la volontà [di ricordarsi] fa sì che la ghiandola, sporgendosi di seguito da diversi lati, spinga gli spiriti verso varie zone del cervello», in cui è l'azione del cervello a dare il via all'azione meccanica del corpo.

sono alimentati da un sangue dolce»¹⁰⁵¹, in cui non si usa il pensiero riflesso e che, quindi, non si ricordano: in questi casi le tracce non innescano il ricordo intellettuale, ma solo un meccanismo ripetitivo corporeo. Ma si può ritenere che l'intento di Descartes non sia quello di attribuire un valore a questa memoria, esempio di condizione imperfetta, più che paradigma della conoscenza. È la corretta attività intellettuale a definire la condizione dei malati, l'assenza di ricordi nei bambini, nei letargici, nei frenetici, negli addormentati, spazzando via le varietà disabili sotto l'ordine della ragione. A questo punto si gioca la sfida con Arnauld, il quale riteneva necessario «ammettere, nella nostra mente, una duplice capacità della memoria: l'una puramente spirituale, l'altra [che] necessita di un organo corporeo. Nello stesso modo [in cui] vi è una duplice capacità del pensare, come voi stesso spiegate e dimostrate brillantemente: l'una che intende, puramente [...], l'altra invece che si applica alle immagini tracciate nel cervello»¹⁰⁵².

L'esempio della memoria consente a Descartes di stabilire una precisa modalità del pensiero in relazione alla sensazione, perché affianca ad un lavoro fisiologico l'operare dell'intelletto; egli distingue tra l'attività di pensiero e l'azione fisica. La memoria corporea concerne una passione individuale, un'esperienza soggettiva e attua l'archiviazione degli impulsi secondo un criterio personale e disordinato; la memoria intellettuale, invece, che parte dall'anima e «dipende da altre vestigia che rimangono nel pensiero stesso»¹⁰⁵³, e non da quelle delle pieghe del cervello, si ordina secondo un criterio evidente, stabile e universale¹⁰⁵⁴. La prima ricorda secondo una modalità di differenziazione individuale appartenente alle condizioni delle passioni¹⁰⁵⁵; la seconda in

1051Descartes a Arnauld (Parigi, 29 luglio 1648), AT V, p. 221.

1052Arnauld a Descartes (3 giugno 1648), AT V, pp. 186-187.

1053Descartes a Mesland (Leida, 2 maggio 1644), AT IV, p. 114.

1054Cfr. *Colloquio con Burman*, AT XI, p. 150, «non nego la memoria intellettuale. Infatti essa ci è data [...]. Questa memoria intellettuale è però piuttosto relativa agli universali che alle cose singole: per essa non possiamo quindi ricordare tutti nostri fatti particolari».

1055È molto bello l'esempio cartesiano della repulsione per certi odori, in *Les Passions de l'âme*, II, “*Du nombre & de l'ordre des Passions, & l'explication des six primitives*”, art. CXXXVI, “*D'où vient les effets des Passions qui sont particuliers à certains hommes*”, AT XI, p. 429, «è facile pensare che le strane repulsioni di alcuni, che impediscono loro di sopportare l'odore delle rose, o la presenza di un fatto, o cose simili, nascono solo dal fatto che all'inizio della loro vita sono stati molto infastiditi

una modalità universale, espressione del completamento induttivo della conoscenza.

La conoscenza delle passioni, per quanto possano essere ingannevoli, avviene nel legame che si dà tra l'impressione ricevuta dalla ghiandola pineale e l'idea sviluppata nel pensiero. L'immaginazione, infatti, si costruisce attraverso «*le forme o specie corporee*» che sono nel cervello, queste non sono pensieri, ma propriamente le impressioni ricevute, che diventano immaginazioni mediante «*l'operazione della mente che immagina, ovvero si rivolge a quella specie, [e questa operazione] è pensiero*»¹⁰⁵⁶. L'immaginazione, infatti, non è altro che l'operazione dell'anima quando pensa qualcosa di immaginabile e non solo intellegibile: il pensiero agisce facendo muovere «la ghiandola nel modo necessario, per spingere gli spiriti verso i pori del cervello, per la cui apertura questa cosa può essere rappresentata»¹⁰⁵⁷, recuperando quelle impressioni corporee giunte nel cervello, ma pensate attraverso l'anima. Sono vere e proprie fantasticherie, se provengono da sogni o da un'unione disordinata di quelle impressioni: si tratta di chimere, ovvero immaginazioni diverse che si collegano tra loro casualmente. L'immaginazione è pericolosa e fallace là dove agisce in libertà, unendo casualmente le immagini che produce. È l'azione di un intelletto ordinato a fare dell'immaginazione uno strumento conoscitivo del reale, utile, infatti, quando l'intelletto si determina «verso qualche pensiero non solo intelligibile, ma immaginabile, questo pensiero produce una nuova impressione nel cervello – come scriverà ad Elisabetta, nel 1645 –, e ciò non costituisce una passione, ma un'azione, che si chiama più propriamente immaginazione»¹⁰⁵⁸.

Unificata nell'ordine della *Mathesis*, la complessità e la vastità delle facoltà umane,

da oggetti simili, oppure che si sono calati nei sentimenti della propria madre che ne era disturbata essendo gravida. Perché è sicuro che c'è una relazione tra tutti i movimenti della madre e quelli del bambino che si trova nel suo ventre [...]. E l'odore delle rose può aver provocato un forte mal di testa a un bambino, quando stava ancora nella culla; oppure un gatto può averlo terrorizzato, senza che nessuno se ne sia accorto [...] anche se l'idea dell'Avversione [...] resta impressa nel suo cervello fino al termine della sua vita».

1056Descartes a Mersenne (Endegeest, 21 aprile 1641), AT III, p. 361.

1057*Les Passions de l'âme*, art. XLIII, “*Comment l'ame peut imaginer, estre attentive, & mouvoir le corps*”, AT XI, p. 361.

1058Descartes a Elisabetta (Egmond-Binnen, 6 ottobre 1645), AT IV, p. 311.

assieme alle passioni dell'anima, trovano nell'intelletto un ordine che permette di conoscerle, disporle e gestirle. Non è a torto, quindi, che Elisabetta lo riconosce come «il miglior medico della mia [anima]»¹⁰⁵⁹, proprio per quella capacità metodica di fornire unità e ordine al turbinio delle passioni umane attraverso l'intelletto, senza annullarne la specificità, ma guarendole per mezzo della stabilità intellettuale. Infatti, tutte le sensazioni non sono altro che un movimento dei nervi che giungono fino alla nostra anima, che a sua volta produce altri stimoli che sviluppano le passioni che l'uomo avverte; per questo motivo si chiamano passioni dell'anima. Per esempio, la fame e la sete si avvertono per un movimento che questi nervi compiono, spesso in reazione ad una operazione avvenuta all'interno del nostro corpo. Descartes ne scrive al Marchese di Newcastle nell'ottobre del 1645 «osservo – scrive – che, proprio come viene l'acquolina, quando si ha un buon appetito e si vede del cibo in tavola, così se ne forma di solito anche nello stomaco, dove è portata dalle arterie [...]. Essa è come una specie di acquaforte che, scivolando tra le piccole parti del cibo che si è mangiato, serve a scioglierle, formando il chilo, per poi tornare con esse nel sangue [...]. Ma se il liquore che così si forma nello stomaco non trova il cibo da sciogliere, allora impiega la sua forza contro le pelli di cui lo stomaco è composto, e così agita i nervi le cui estremità sono attaccate a quelle pelli, come richiesto affinché l'anima abbia il sentimento della fame»¹⁰⁶⁰. Descartes impiega questo esempio per descrivere le differenze fisiologiche, per spiegare le eccezionalità e le malattie, per dare un senso scientifico alle storie che si sentono¹⁰⁶¹. Tutto è così ricondotto alla disposizione delle parti e al movimento degli

1059Elisabetta a Descartes (L'Aia, 6 maggio 1643), AT III, p. 662.

1060Descartes al Marchese di Newcastle (Egmond-Binnen, ottobre 1645), AT IV, p. 327.

1061Cfr. *ibid.*, pp. 327-328; rispettivamente: le differenze, la presenza di «umori freddi e viscosi che ne smussano la forza», «è possibile che il sangue, benché non sia guasto, contenga poco o nulla di tale liquore, cosa che credo capiti a coloro che sono stati per troppo tempo senza mangiare»; le malattie, allorquando «vi sono ostruzioni che impediscono a quel liquore di entrarvi [...] oppure accade che il liquore che giunge allo stomaco, essendo alterata la complessione sanguigna, sia diverso dal solito ([...] togliendo appetito ai malati)»; le storie, «si dice infatti che essi non abbiano più fame dopo qualche giorno [di digiuno]; e la ragione di ciò è che nel frattempo tutto questo liquore può essere fuoriuscito dal sangue puro [...] in sudore, o attraverso la traspirazione insensibile, oppure nell'urina», «ciò è confermato *dalla storia* di un uomo che si dice si sia conservato in vita tre settimane sotto terra senza mangiare nulla, bevendo solamente la sua urina: essendo infatti chiuso sotto terra, il sangue non diminuiva per traspirazione insensibile tanto quanto sarebbe accaduto

impulsi nervosi che agiscono sulla ghiandola pineale e inducono una reazione nervosa.

Questo itinerario riguarda anche le passioni dell'anima, come scrive nel *Traité*, ripercorrendo l'unità tra corpo e anima¹⁰⁶²: le passioni, che spesso dipendono da condizionamenti corporei, da sensazioni esteriori o da movimenti dell'anima «causati, mantenuti e rafforzati da qualche movimento degli spiriti»¹⁰⁶³, sono connesse all'anima, in quanto esse la incitano a volere. Il controllo delle passioni, pertanto, diventa fondamentale per dare stabilità all'anima e all'attività conoscitiva. Sono i movimenti fisiologici, infatti, a influenzare l'anima in qualche modo: lo avvertiamo nelle malattie, quando la pesantezza del corpo si ripercuote sulle capacità intellettive, lo si conosce anche nelle passioni dell'anima, là dove è una condizione insoddisfatta del corpo a suscitare la pesantezza dello spirito, la malinconia e la tristezza.

La medicina, dunque, mostra un'unità umana spesso complessa e difficile da comprendere, ma capace di tenere unite tutte le varie caratteristiche dell'uomo. L'anatomia ne mostra l'esperienza diretta, mentre l'analisi neurologica e l'esame dei comportamenti, ne indica la vastità teorica. L'ordine della ragione metodica opera anche in questo campo, rendendo sempre più unitaria quella scienza che comprende sotto di sé sia l'ambito minerale, che quello animale e umano. La macchina del corpo, sottoposta alle leggi meccaniche della natura, è il modello di spiegazione per le funzioni corporee prime, e anche per quelle più complesse, fino ad essere utile strumento per comprendere le attività cerebrali, la memoria, la sensazione, l'immaginazione e l'interrelazione tra anima e corpo.

all'aria aperta» (il corsivo è mio).

1062Il ruolo del cervello assume una condizione particolare. Si veda J. Sutton, *The body and the brain*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, London, Routledge, 2001, pp. 697-722.

1063*Les Passions de l'âme*, art. XXVI, “*La Définition des Passions de l'ame*”, AT XI, p. 349.

Conclusioni

L'elaborazione della scienza cartesiana segue i criteri del metodo. Conoscenza certa ed evidente, infatti, la scienza è l'applicazione di un metodo di ordine e misura ai vari problemi che si presentano. Le *Regulæ ad directionem ingenii* ne restituiscono la riflessione epistemologica e fondano il metodo come *Mathesis universalis*. Esso riprende la certezza e la chiarezza delle matematiche che negli anni '20 Descartes aveva applicato con successo ai problemi che gli si presentavano. La definizione del metodo, però, sfugge alla matematica e si fonda ad un livello più profondo. Se da un certo punto di vista Descartes è consapevole delle ottime caratteristiche delle matematiche, con cui aveva trovato soluzioni geniali in quanto sono esenti da ogni difetto di falsità e incertezza, dall'altro si accorge che le matematiche sono dottrine al pari di tante altre: come le altre discipline possono essere applicate male e perdere la loro certezza. Nella riflessione epistemologica delle *Regulæ* egli ricerca quale sia il fondamento delle matematiche: esse sono esenti da falsità e incertezza nella misura in cui fanno operare la mente secondo l'evidenza dell'intuizione e la certezza della deduzione. La scienza si fonda sull'applicazione di questa operatività intellettuale. Il metodo non è altro che l'espressione ordinata delle operazioni intellettuali e la disposizione attraverso la loro attività di un ordine con cui ridurre le varietà alle classi concettuali e alle unità intuibili. L'intelligenza diventa metodo e la scienza diventa metodica.

La riflessione filosofica sul metodo non è altro che l'applicazione delle operazioni intellettuali all'ambito metodologico. L'esercizio metodico, infatti, è la costruzione dell'ordine e della misura operata dall'intelletto sopra le cose. Negli anni della *retraite* nederlandese Descartes applica questo esercizio di attenzione intellettuale alla fisica naturale. La riflessione filosofica e la pratica scientifica si intrecciano nel lavoro di questi anni: le operazioni metodiche con cui dimostra i fondamenti di filosofia prima sono le stesse con cui opera nella scienza.

Se gli anni parigini sottopongono la riflessione cartesiana alla soluzione di

problematiche diverse e particolari, egli si accorge di come le operazioni intellettuali e i criteri metodologici di ordine e misura che impiega siano sempre gli stessi. È questa unità metodica, stabilita sull'unità della ragione, a far ritenere a Descartes che ogni ambito scientifico sia connesso a tutti gli altri. Egli rifiuta la frammentazione scolastica che nella prima modernità aveva portato gli uomini di scienza a ritenere che fosse possibile solo una conoscenza lacunosa e spesso disorganica, fatta di verità singole e particolari, più che scienza unitaria. Il metodo diventa lo strumento per superare questa frantumazione dei saperi.

Fondata su questo metodo di unità e di ordine, la scienza di Descartes non è limitata alla risoluzione di problematiche specifiche che nella Francia e nell'Europa dell'epoca si sviluppavano per suscitare meraviglia e sbigottimento nel pubblico, come effetti di un sapere curioso piuttosto che come studio della verità. L'obiettivo di scoperta della verità si collega nella scienza di Descartes a quello di unificazione del reale.

All'arrivo nelle Province Unite egli comincia ad applicare il proprio metodo alla conoscenza della natura, cioè rivolge l'attenzione ad un sistema disomogeneo e disarticolato; benché parta da un fenomeno singolare (l'apparizione dei falsi soli), egli intende ricostruirne la spiegazione all'interno di un ordine di ragioni concatenate. La conoscenza della natura, che per la propria varietà aveva suscitato la sfida e i pericoli più grandi alla scienza, diventa terreno di esercizio metodico, di ricostruzione unitaria e organica.

Le varietà sono studiate e rese omogenee nell'ordine della ragione. Là dove aveva regnato la storia naturale, ovvero un insieme di descrizioni, di comparazioni, di osservazioni (si pensi ai falsi soli e all'atteggiamento che Peiresc ha: più che spiegarne la ragione, egli interroga corrispondenti a latitudini diverse per conoscere come il fenomeno sia stato osservato in tutta Europa), di varietà accumulate, di ricercatezze minute ed erudite, Descartes trasferisce l'applicazione di un metodo che riconduce all'ordine e alla misura intellettuale le varietà. Mentre nella cultura del tempo lo studio della natura si compone principalmente dell'osservazione delle varietà naturali e in qualche caso particolare dello studio meccanico dei fenomeni, Descartes trasferisce alla

natura l'applicazione di un metodo matematico: estensione e movimento sono i caratteri sotto cui riordinare le varietà naturali, e le qualità sensibili sono ridotte a un dato intellettuale. Se la storia naturale esaltava il dato sensibile, l'esteriorità e le differenze a cui non si trovava alcun criterio unitario di spiegazione, Descartes ricomponne uno studio della natura sulla quantificazione, sulla struttura che le piccole parti compongono. L'individuale è conosciuto in quanto tale ed è ridotto alla formazione della sua struttura interna.

Descartes ne dà prova nella corrispondenza, là dove è chiamato a rispondere alle richieste di Mersenne, e ne dà prova nelle sue opere, in cui la filosofia del metodo è piegata alla disomogeneità della natura e alla vastità della storia naturale che riordina attraverso l'intelletto e la *Mathesis*. Ne abbiamo un grande saggio nello studio dei minerali, in cui le curiosità e le differenze sono ordinate attraverso l'esercizio intellettuale che guida l'esperienza meccanica e ricostruisce un sistema di variazione fisica; ne abbiamo un saggio nello studio dei vegetali, sottratto alla botanica farmacologica e attento alla conoscenza della struttura fisica; ne abbiamo un grandissimo saggio negli studi di fisiologia, di neurofisiologia e delle facoltà umane, in cui egli unisce l'anatomia, la chimica e la medicina alla filosofia.

La natura viene sottratta alle istanze della curiosità e della rarità che non riuscivano a bloccare il meccanismo naturale e che dovevano creare nuove sostanze e nuovi principi per ogni diverso effetto che si produceva. La varietà è ricondotta alla variazione ricostruita attraverso le leggi della natura. La scienza cartesiana, infatti, riconduce questi studi a principi meccanici che ne spiegano le diversità come aggregazione delle piccole parti, suddivise in tre elementi: il fuoco, l'aria, la terra.

Sono le leggi del moto e dell'estensione a riordinare il comportamento delle particelle e a specificare le modalità di formazione dei corpi. Tutti i corpi si formano sull'interazione di queste particelle attraverso un movimento meccanico specifico. Le qualità dei corpi sono ridotte alla quantificazione, cioè allo studio meccanico delle piccole parti. I metalli si differenziano tra di loro per i piccoli cambiamenti che dispongono le parti, per i diversi movimenti meccanici che vengono compiuti. La

conoscenza del visibile, pertanto, viene ricondotta all'invisibilità conosciuta attraverso l'idea chiara e distinta.

Ne abbiamo un grande esempio nello studio del magnete. La *Mathesis* impone di stabilire un ordine tra le sue caratteristiche, per risalire dall'effetto della forza magnetica alla sua causa. Lo studio si esercita in operazioni meccaniche di analisi delle diverse parti, al fine di ridurre il fenomeno ad unità concettuali. Nell'ordine della ragione, ovvero nel movimento e nell'estensione delle piccole parti, Descartes trova una spiegazione del magnete che non contraddice la fisica del pieno: quella forza attrattiva che opera tra corpi a distanza, in realtà consiste nel movimento di particelle molto particolari (costruite dallo sfregamento di particelle che passavano tra gli spazi di particelle disposte in triangoli) che solo alcuni corpi possono ricevere grazie alla loro struttura scanalata. La spiegazione è puramente meccanica: il fenomeno dipende dalla struttura fisica del magnete, da come le sue parti sono disposte e da come le particelle si muovono. Il fenomeno magnetico, pertanto, appartiene alla fisica, non è un oggetto che sta al di fuori delle leggi di natura. Inoltre, Descartes ne dà anche la costruzione sistematica ricostruendo un modello attraverso cui mostrare il fenomeno intelligibile. L'utilizzo di modelli e di immagini, infatti, rende visibile quel movimento di particelle che sono invisibili all'occhio nudo, ma che sono ben concepibili dall'intelletto umano.

Le stesse leggi della natura che vigono nello studio dei minerali e dei materiali terrestri, come nell'esempio del magnete: il pieno, il movimento vorticoso, l'estensione, la figura, la disposizione, valgono anche nello studio dei vegetali, che Descartes progetta di studiare senza giungere a conclusioni pubblicabili. L'esame, testimoniato dagli appunti di laboratorio, infatti, riconduce le diverse funzioni fisiologiche dei vegetali all'esercizio delle piccole parti. La nutrizione, per esempio, causa dell'accrescimento delle piante, è realizzata per il movimento di certi corpi all'interno della pianta. Questo movimento è provocato dal calore del Sole e dal movimento delle particelle del primo elemento (il fuoco), che produce una sorta di fermentazione dei corpi. Inoltre, le piccole parti che si muovono all'interno si sedimentano in punti ben precisi a seconda della propria figura: le parti delle foglie, infatti, sono strutturate in

modo diverso da quelle del legno e le particelle che le compongono sono le uniche che possono giungervi.

Lo stesso meccanismo funziona per il corpo umano. Il corpo è ridotto completamente al modello meccanico: gli organi sono meccanismi simili a strumenti, i vasi sono come tubi degli organi, il fegato funziona come un filtro, lo stomaco scioglie i cibi riscaldandoli e attraverso succhi gastrici e la loro fermentazione li fa muovere in tutto il corpo, l'accrescimento e la nutrizione avviene per le stesse esatte regole dei vegetali. Descartes nega alcun ruolo agli spiriti di aristotelica memoria che animavano gli organi corporei della scolastica: tutto è ridotto ad un movimento di particelle.

Anche le sensazioni, che indicano una complicazione fisica rispetto alle piante, sono ricondotte ad impulsi meccanici che si muovono nei nervi e attivano alcune zone del cervello. Ricordo e immaginazione sono eventi corporei nella misura in cui sono azionate dal passaggio di quegli impulsi, piccole parti, in certe zone del cervello. La memoria, infatti, è ricostruita come il fenomeno magnetico: una particolare sensazione giunge come impulso alla ghiandola pineale, questa la muove verso il cervello in cui va a toccare una certa parte su cui lascia un'impressione; la seconda volta che quella medesima sensazione giunge alla ghiandola, questa compie la stessa azione e la particella trova la vecchia impressione, azionando il ricordo.

L'unità della fisica, costruita sul moto di particelle, sull'estensione di corpi e sul meccanismo delle parti, è ristabilita. Ma la biologia interroga Descartes per altri due aspetti complessi. Il primo riguarda la generazione della vita, il secondo le operazioni intellettuali.

Benché il funzionamento degli organi sia ordinato, secondo Descartes, dalla circolazione sanguigna, azionata meccanicamente dal calore del cuore, che egli dimostra in polemica con William Harvey, questa spiegazione non è sufficiente. Se per i minerali il funzionamento interno, la disposizione delle parti e il loro movimento ne spiegava anche la generazione, per il corpo animale vi è una distinzione tra il funzionamento e la generazione: qual è la causa del calore del cuore, ovvero della circolazione sanguigna?

Descartes risponde alla domanda attraverso lo studio embriologico. Sono le

medesime leggi della natura a valere anche nello studio dei viventi. Se non possiamo sapere qual è il momento in cui Dio mette la vita nei feti, tuttavia ci accorgiamo che vi è un meccanismo di formazione dei corpi. Il feto cambia, si muove, muta il proprio ordine interiore. La creazione degli organi è conseguente al movimento e al calore del sangue, che riscalda e nutre le parti degli organi, e le dispone nella formazione corporea. Questo calore che fa scattare la scintilla iniziale è portato dal calore del sangue materno: nell'esame anatomico si vede come il sangue della madre arrivi direttamente al feto dal suo cuore. La vita umana non è solo una questione di sangue materno o di piccole parti del primo elemento, ma le leggi della natura spiegano il meccanismo di generazione e di formazione del corpo animale; per quello che compete a Dio, poi, la scienza non ha risposte.

D'altra parte l'uomo ha un'ulteriore complicazione, perché l'intelligenza sfugge alle leggi quantitative della meccanica in quanto appartiene ad una sostanza diversa da quella corporea: è incommensurabile e inattuabile. L'unione di queste due sostanze, inoltre, è materia poco distinta, anche se ne abbiamo un'esperienza evidentissima. Lo studio delle funzioni umane riduce alle operazioni dell'intelletto le diverse facoltà dell'ingegno, cioè le ordina secondo i criteri intellettuali. L'unità è dimostrata dallo studio medico: è il meccanismo della ghiandola pineale, che la neurologia indica a mostrare il funzionamento degli impulsi nervosi nei diversi casi. L'anima insediata nella ghiandola riceve questi impulsi e li conosce.

Descartes ricostruisce le diverse scienze, metallurgia, mineralogia, botanica, anatomia, medicina, fisiologia, neurologia sotto l'ordine del metodo. Seguendo le leggi naturali è possibile conoscere la verità in ogni scienza. Egli riduce anche i fenomeni rari e curiosi all'unità e all'ordine del metodo; si tratta di quei casi particolari e meravigliosi che suscitavano stupore e incertezze nell'uomo comune. La scienza cartesiana, invece, trova anche in questi casi un'omogeneità. È l'esempio della pietra di Bologna, un fosforo che emette luce propria, che non sfugge alla fisica, né alla metafisica cartesiana, ma che lo stesso filosofo del metodo riduce ad un ordine di ragioni scientifico. Oppure il caso

delle tante diverse pietre particolari che si muovono nell'aceto, o che hanno un'effigie miracolosa. È il caso dell'erba sensitiva, una pianta che reagisce al tatto: Descartes ritiene che si comporti esattamente come un corpo meccanico provvisto di un apparato nervoso. Tutto si tiene nella fisica. È il caso di quelle escrescenze disomogenee che crescono sulla pelle umana, formate da fiori o da stoffe varie, che non sono scherzi della natura, ma sono fenomeni restituiti dalla presenza di particelle di quei corpi: le leggi che regolano l'accrescimento del corpo animale, infatti, disciplinano la crescita dei corpi inanimati, così che non sia impossibile in determinate situazioni assistere a quel fenomeno: non è magia, ma la presenza di corpi estranei. Così come le voglie non sono un simbolo di chiromanzia, ma un'interazione meccanica tra sensazioni e passioni.

Il metodo cartesiano fa rientrare questi fenomeni singolari in quell'unità sistematica che ordina le varietà naturali. Da osservazione, la storia naturale diventa un ambito di studio metodico-sperimentale. Le varietà di cui si compone, così come le curiosità e le rarità, escono dalla condizione meravigliosa per entrare in quella della scienza naturale. Descartes, infatti, costruisce un metodo pratico che applica nelle diverse scienze. Si tratta di un metodo con cui regola l'esperienza quotidiana e casuale nell'ordine intellettuale. Benché fondato sull'operare dell'intelletto, infatti, non è un metodo puramente razionalistico, ma è realmente sperimentale. L'esperienza metodica che descrive è paradigma dell'esperienza scientifica: sotto la legalità del metodo ogni esperienza, così come ogni varietà della natura, diventa scienza. Il metodo regola le diverse forme scientifiche che la modernità aveva attuato per ricostruire la scienza: la tabulazione baconiana è utile, agli occhi di Descartes, solo se non aggiunge ragioni, ma se si inserisce nell'ordine della ragione, l'esperienza mersenniana è importante solo se si fa guidare dall'intelletto. L'esperienza storica di Gassendi, invece, è esclusa, perché la storia non è metodica se non in quanto storia di dati, storia matematica che l'intelletto può ricostruire e riordinare, mentre la storia civile è un susseguirsi disomogeneo irriducibile alla scienza.

L'esperienza metodica diventa esperimento, diventa collaborazione scientifica, diventa commissione della scienza alla politica. È il metodo che ne regola gli itinerari e

ne ordina le caratteristiche. La scienza, o meglio le scienze che Descartes ricostruisce e attraverso cui legittima la modernità facendole uscire dalla filosofia naturale aristotelica e impiantandole in un sistema teorico compiuto, ne dimostrano la relazione: esperienza e metodo, infatti, sono i pilastri della scienza. La prima in quanto fornisce gli studi per progredire nella conoscenza delle cose complicate, il secondo è il sistema unitario che regola le diverse conoscenze, che riduce le particolarità alle leggi della natura, che costituisce la teoria con cui le scoperte della modernità verranno trasmesse ai posteri.

La scienza naturale che nasce con Descartes, scienza di esperienza e metodo, evidenza pratica e teorica della conoscenza si può finalmente dire moderna. La pratica metodica, dunque, legalizza la natura e legittima la modernità.

Ringraziamenti

Sono tantissime le persone che desidero e che devo ringraziare. Innanzitutto i colleghi di dottorato, Nausicaa Milani, che si addottora insieme a me, e Giorgio Morgione, con cui ho condiviso innumerevoli viaggi, gli incontri del *Maggio Filosofico*, a cui debbo la conoscenza del Professor Barnaba Maj e una vera amicizia. Devo ringraziare gli amici conosciuti in questi anni di studi filosofici, in ordine sparso, Marco Bianchi, che si è dimostrato un vero amico e a cui devo molti suggerimenti intelligenti, una paziente lettura e tanta allegria, Mariachiara Di Matteo, con cui ho condiviso pensieri comuni e tanta intelligenza, Doina-Cristina Rusu, con cui abbiamo intrecciato studi di filosofia naturale, Andrea Sangiacomo, per la sua intelligenza e le belle discussioni filosofiche, Beatrice Collina, per l'aiuto instancabile, la pazienza, le tantissime discussioni, i pensieri condivisi e i tantissimi momenti trascorsi insieme, Filippo Annovi, per la simpatia di tanti momenti, per la passione politica comune, per l'impegno civile e per l'intelligenza della discussione, Robin Buning, per la gentile accoglienza riservatami nei Paesi Bassi e per la cortesia di parecchi documenti tradotti dal fiammingo, Jonathan Fanesi, per le discussioni comuni, i progetti, i lavori, la filosofia condivisa. Ringrazio gli amici di *Post*, per la bella esperienza di rivista nuova e innovativa, con l'augurio che quelle energie fresche non vadano disperse nella macchina tritatutto dell'università. Ringrazio gli amici conosciuti agli incontri del *Maggio Filosofico* per le serate sapienti e importanti. Ringrazio anche gli amici del *Seminario di Teoria della Narrazione* che mi hanno insegnato tantissimo e hanno condiviso con me le loro varie conoscenze: studiare con loro la cinematografia di Stanley Kubrick è stata un'esperienza intellettuale importante.

Devo ringraziare anche i miei amici di sempre, che mi hanno accompagnato in questi anni di studio, dai compagni di liceo, in particolare Annalisa Moletorni, Edwin Russo, Francesco Mazzacuva, Francis Regno e Tommaso Cuccoli, agli amici di sempre incontrati qua e là, in particolare Alberto Frangini, che mi ha accompagnato in tanti viaggi e ospitato in un *tour de force* londinese, la cui amicizia è indistruttibile, Andrea

Droghetti, Lucio Ricci, con cui ho condiviso incontri, discussioni e pensieri, e Federico Veneziano, che mi ha accompagnato e “svegliato!”. Andrea Nasseti, Federica Fantuz, Camilla Sforzani, Sara Santori e Riccardo Nicoletti per i momenti divertenti e intelligenti passati insieme: condividere con tutti gli amici (questi e quanti ho dimenticato per troppo affaticamento mentale) i momenti della mia vita è stato utile e importante.

Un ringraziamento particolare e molto sentito alla professoressa Mariafranca Spallanzani, per la pazienza, la sapienza, la generosità instancabile e l'esigenza fruttuosa con cui ha condiviso il suo tempo negli studi filosofici e cartesiani in particolare, che temo di non aver ricambiato col mio lavoro sempre *in fieri*. Un ringraziamento al professor Stefano Caroti, per la gentilezza, la lettura attenta e puntualissima, per l'inesauribile quantità di consigli e indicazioni. Ringrazio la professoressa Beatrice Centi, per avermi condotto *quasi manu* in questi anni di dottorato, per la gentilezza e la cortesia, per quel bellissimo e faticoso seminario sull'evidenza cartesiana, diversi mesi di incontri settimanali che spero di poter tradurre dalle parole alla carta. Ringrazio il professor Theo Verbeek per l'accoglienza a Utrecht, per la gentilezza, per la cortesia, per la presenza costante, per la sapienza con cui mi ha mostrato l'affascinante vastità e la complessità del pensiero di Descartes, per aver condiviso con me il proprio lavoro sulla Corrispondenza, per i tanti pazienti e utili suggerimenti e per la stima mostratami. Ringrazio il professor Dan Garber, per la corrispondenza di pensieri utili e intelligenti.

Ringrazio Erik-Jan Bos per la gentilezza dei modi e per i tanti momenti di incontro e condivisione, lavorare al suo fianco è stato sicuramente utile, importante e stimolante. Ringrazio Igor Agostini per la sincera amicizia, per le chiacchierate a Bran e per gli incontri futuri che spero avvengano. Ringrazio Diego Donna per la paziente lettura, per l'aiuto e l'amicizia, il cammino condiviso in questi anni e le dispense preparate assieme sono state un importante strumento di crescita.

Ringrazio il professor Barnaba Maj, da cui ho appreso troppo poco rispetto alla infinita quantità di nozioni e informazioni che si è prodigato ad elargirmi, per le lezioni di tedesco, per gli incontri sul cinema, per le discussioni filosofiche. Non potrò mai

ricambiarlo a sufficienza. Ringrazio il professor Riccardo Vattuone, che mi ha sostenuto in ogni momento, e soprattutto nel bisogno, ma che ha condiviso percorsi intellettuali e umani che vanno ben oltre e ben più in profondità a quello che le mie parole possono dire.

Sono state tantissime le persone a cui devo un esempio importante. In particolare voglio ricordare Francesca Turilli, Carlo Corsano, Simona Cassanelli e Stefano Ostuni.

Devo tantissimo ai miei genitori, che mi hanno sostenuto, sorretto, accompagnato, rincorato, letto e aiutato tantissimo, con il loro esempio sono stati importanti maestri di vita che spero di poter ricambiare. Ringrazio tutti i miei famigliari e in particolar modo mio fratello, che ha saputo mostrarmi (assieme ad Elena) aspetti della vita che io non ho mai immaginato, mostrandomi la faccia positiva dei propri interessi e quella negativa dei miei, spero di essere stato per lui più di quanto l'essere fratelli non mi ha permesso di dimostrare. Li ringrazio entrambi.

Infine devo ringraziare Ilaria Carrino, per il sapiente e amorevole sostegno. Per i momenti di vita assieme. Per aver avuto fiducia in me anche quando non poteva. Per avermi aspettato. Questo lavoro è per lei.

Bibliografia

I. Opere di Descartes

I.1. Opere di Descartes

Œuvres de Descartes, publiées par Ch. Adam et P. Tannery, nouvelle présentation en co-édition avec le centre national de la recherche philosophique, Paris, Vrin, 1969-1978, 14 voll.

Œuvres philosophiques, publiées par F. Alquié, Paris, Garnier, 1963-1973, 3 voll.

R. Descartes, *Correspondance*, publié par Ch. Adam et G. Milhaud, Paris, Alcan/PUF, 1936-1963.

René Descartes, Discours de la Méthode. Texte et commentaire, par É. Gilson, Paris, Vrin, 1962³.

Règles utiles et claires pour la direction de l'esprit en la recherche de la vérité, traduction selon le lexique cartésien et annotation conceptuelle par Jean-Luc Marion avec des notes mathématiques de Pierre Costabel, La Haye, M. Nikhoff, 1977.

La recherche de la vérité par la lumière naturelle de René Descartes, sous la direction de Ettore Lojacono, textes établis par Erik Jan Bos, lemmatisation et concordances du texte français par Franco A. Meschini, index et concordances du texte latin et néerlandais par Francesco Saita, Milano, F. Angeli, 2002.

R. Cartesio, Opere filosofiche, a cura di E. Garin, Bari, Laterza, 2003⁶, 4 voll.

René Descartes, *Opere scientifiche*, I, *La Biologia*, a cura di G. Micheli, Torino, UTET, 1966.

René Descartes, *Opere scientifiche*, II, a cura di E. Lojacono, Torino, UTET, 1983.

René Descartes, *Opere filosofiche*, a cura di E. Lojacono, Torino, UTET, 1994.

René Descartes/Henricus Regius. Il carteggio/le polemiche, a cura di R. Bortoli, Napoli, Cronopio, 1997.

René Descartes, *Opere (1637-1649)*, con testo francese e latino a fronte, a cura di G. Belgioso, Milano, Bompiani, 2009.

René Descartes, *Opere postume (1650-2009)*, con testo francese e latino a fronte, a cura di G. Belgioso, Milano, Bompiani, 2009.

René Descartes, *Tutte le lettere (1619-1650)*, con testo originale a fronte, a cura di G. Belgioso, Milano, Bompiani, 2005.

Écrits physiologiques et médicaux, textes présentés et établies par V. Aucante, Paris, PUF, 2000.

René Descartes, *Regole per la guida dell'intelligenza*, con testo latino a fronte, a cura di L. Urbani Ulivi, Milano, Bompiani, 2000.

I.2. Repertori bibliografici

Bulletin cartésien. Bibliographie annuelle publiée par le Centre d'études cartésiennes (Université Paris-Sorbonne), «Archives de Philosophie» (dal 1972).

Sebba, G., *Bibliographia cartesiana. A Critical Guide to the Descartes Literature 1800–1960*, The Hague, Nijhoff, 1964.

Chappell, V., Doney, W., (eds.) *Twenty-five Years of Descartes Scholarship 1960–1984. A Bibliography*, New York, Garland, 1987.

Armogathe, J.-R., Carraud, V., *Bibliographie cartésienne (1960-1996)*, Lecce, Conte Editore, 2003.

I.3. Indici delle opere e lessici

Index des Regulae ad directionem ingenii de René Descartes, a cura di J.-R. Armogathe e J.-L. Marion, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1976.

Index du Discours de la Méthode de René Descartes, a cura di P. Cahné, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1977.

Index des Meditationes de prima philosophia de René Descartes, a cura di J.-L. Marion, P. Monat e L. Ucciani, Besançon, 1996.

Concordance to Descartes Meditationes de Prima philosophia, a cura di Murakami (Katsuzo), Hildesheim-Zürich-New York, 1995.

Index Cartesii Rationum More Geométrico Dispositarum, quae in Secundis Responsionibus Continentur, a cura di H. Santiago, «Cadernos Espinosanos», 2000, 5, pp. 105-168.

Indice dei Principia Philosophiae di René Descartes, Indici lemmatizzati, frequenze, distribuzione dei lemmi, a cura di F. A. Meschini, Firenze, Olschki, 1996.

Index scolastico-cartésien, a cura di É. Gilson, Paris, Vrin, 1979².

Index augustino-cartésien. Textes et commentaire, a cura di Z. Janowski, Paris, 2000.

Crapulli, G., Giancotti-Boscherini, E., *Ricerche lessicali su opere di Descartes e di*

Spinoza, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1969.

I.4. Biografie

Baillet, A., *La Vie de Monsieur Descartes*, Paris, D. Horthemels, 1691.

Adam, Ch., *Descartes. Sa vie, son œuvre*, Paris, Boivin, 1937.

Frédéric, P., *Monsieur Descartes en son temps*, Paris, Gallimard, 1959.

Vrooman, J.R., *René Descartes. A Biography*, New York, Putnam, 1970.

Gaukroger, S., *Descartes. An intellectual Biography*, Oxford, Clarendon Press, 1995.

Rodis-Lewis, G., *Descartes*, Paris, Calmann-Lévy, 1995.

Clarke, D., *Descartes. A Biography*, Cambridge, Cambridge University Press, 2006.

I.5. Dizionari cartesiani

Morris, G.M., *Descartes Dictionary*, New York, Philosophical library, 1971.

Cottingham, J., *A Descartes Dictionary*, Oxford, Blackwell, 1993.

Buzon, F. de, e Kambouchner, D., *Le vocabulaire de Descartes*, Paris, Ellipses, 2000.

II. Fonti

Agricola, G., (o Georg Bauer), *De re metallica libri XII [...]*, Basileæ, Episcopum, 1556.

Agricola, G., (o Georg Bauer), *De re metallica*, con in appendice il *De Animantibus*

subterraneis; Bermannus, ovvero un dialogo sul mondo minerale, a cura di P. Mancini e E. Mesini, Bologna, Clueb, 2003.

Agrippa von Nettesheim, H.C., *La filosofia occulta*, in *La magia naturale nel Rinascimento. Testi di Agrippa, Cardano, Fludd*, a cura di Silvia Parigi, Torino, UTET, 1989.

Agrippa, von Nettesheim, H.C., *De Occulta Philosophia*, Lugduni, Beringos, 1550.

Aristotele, *Aristotelis opera*, De Gruyter, 1960-1961, 5 voll.

Aristotele, *Meteorologica*, ed. by H.D.P. Lee, London-Cambridge, Heinemann-Cambridge University Press, 1962.

Aristotele, *Della generazione e della corruzione*, a cura di A. Russo, in *Opere di Aristotele*, Roma, Laterza, 1961, vol. 2, pp. 365-459.

Aristotele, *Piccoli trattati di storia naturale*, a cura di R. Laurenti, in *Opere di Aristotele*, Roma, Laterza, 1961, vol. 2, pp. 557-693.

Aristotele, *Parti degli animali*, a cura di M. Vegetti, in *Opere di Aristotele*, Roma, Laterza, 1961, vol. 2, pp. 695-843.

Aristotele, *Riproduzione degli animali*, a cura di D. Lanza, in *Opere di Aristotele*, Roma, Laterza, 1961, vol. 2, pp. 845-1025.

Aristotele, *Organon*, a cura di M. Zanatta, 2 voll., Torino, UTET, 1996.

Aristotele, *Metafisica*, a cura di C.A. Viano, Torino, UTET, 1996.

Bacon, F., *The works of Francis Bacon*, ed. by J. Spedding, Lonfon, 1858-1874, ora edito in Stuttgart, Frommann, 1963, 14 voll.

Bacone, F., *Bacone, F., Opere filosofiche*, a cura di E. de Mais, Bari, Laterza, 1965, 2 voll.

Bacone, F., *Scritti filosofici di F. Bacone*, a cura di P. Rossi, Torino, UTET, 1975 (1986).

Bacone, F., *De dignitate et argumentis scientiarum*, in *Scritti filosofici di F. Bacone*,

a cura di P. Rossi, Torino, UTET, 1986, vol. 1, pp. 129-361.

Bacone, F., *Novum Organum, sive indicia vera de interpretatione naturae*, in *Instauratio Magna*, in *Scritti filosofici di F. Bacone*, a cura di P. Rossi, Torino, UTET, 1986, vol. 1, pp. 513-796.

Bacon, F., *The Advancement of Learning*, in *The Oxford Francis Bacon*, vol. IV, ed. by M. Kiernan, Oxford, Clarendon Press, 2000.

Bacon, F., *Philosophical studies c.1611-c1619*, in *The Oxford Francis Bacon*, vol. VI, ed. G. Rees, Oxford, Clarendon Press, 1996.

Bacon, F., *The instauratio magna. Part II: Novum organum and Associated Texts*, in *The Oxford Francis Bacon*, vol. XI, ed. by G. Rees, Oxford, Clarendon Press, 2004.

Bacon, F., *The instauratio magna. Part III: Historia naturalis et experimentalis: Historia ventorum and Historia vitæ&mortis*, in *The Oxford Francis Bacon*, vol. XII, ed. by G. Rees, Oxford, Clarendon Press, 2007.

Baillet, A., *Vie de Monsieur Des-Cartes*, Paris, Horthemels; trad. it. *Vita di Monsieur Descartes*, a cura di L. Pezzillo, Milano, Adelphi, 1996.

Bauhin, C., *Theatrum anatomicum*, 1605.

Beeckman, I., *Journal tenu par Isaac Beeckman de 1604 à 1634*, éd. par C. de Waard, Nijhoff, Den Haag, 1939-1953, 4 voll.

Boyceau de la Baraudière, J., *Traité du jardinage selon les raisons de la nature et de l'art*, Paris 1638.

Cabeo, N., *Philosophia magnetica, in qua magnetis natura penitus explicatur, et omnium quæ hoc lapide cernuntur causæ propriæ afferuntur*, Ferrariæ, Franciscum Succium, 1629.

Cabeo, N., *In IV Il Meteorologicorum Aristotelis commentaria et quaestiones*, Roma, Corbeletti, 1646, 4 voll.

Clauberg, J., *Opera omnia philosophica, partim antehac separatim, partim nunc*

primum edita, Amsterdam, Blaev, 1691.

Della Porta, G. *Magiæ naturalis, sive de miraculis rerum naturalium, siue De miraculis rerum naturalium libri 4*, Antuerpiae, Christophori Plantini, 1560.

Du Laurens, A., *L'Histoire anatomique en laquelle toutes les parties du corps humain sont amplement déclarées enrichies de controverses & observations nouvelles*, Rigaud, 1621.

Erasmus da Rotterdam, *De libero arbitrio Diatribe*, Basilea, 1524; trad. it. Id., *De libero arbitrio*, a cura di R. Jouvenal, Torino, Claudiana, 1969

Erasmus da Rotterdam, *Moriae encomium, id est stulticiae laus*, trad. it. ID., *Elogio della follia*, a cura di E. Garin, Milano, Serra e Riva, 1984.

Fermat, P., *Œuvres de Fermat*, publiées par les soins de P. Tannery et Ch. Henry, Paris, Gauthier-Villars, 1891-1913, 4 voll.

Fludd, R., *Utriusque Cosmi Maioris Scilicet et Minoris, Metaphysica, Physica atque Techina Historia*, vol. 1, Oppenheim, Galleri, 1617; vol. 2, Frankfort, Rötel, 1624.

Fortin de La Hoguette, Ph., *Lettres aux frères Dupuy et à leur entourage, 1623-1662*, Firenze, Olschki, 1997, 2 voll.

Froimond, L., *Meteorologicorum Libri VI*, Anvers, 1627.

Galilei, G., *Opere*, a cura di F. Brunetti, Torino, UTET, 2005, 2 voll.

Gassendi, P., *Peiresc, 1580-1637. Vie de l'illustre Nicolas-Claude Fabri de Peiresc, Conseiller au Parlement d'Aix*, trad. par R. Lassalle, Paris, Belin, 1992

Gassendi, P., *Opera Omnia*, Stuttgart, Fromman, 1964, 6 voll.

Gellibrand, H., *A Discourse Mathematical on the Variation of the Magneticall Needle. Together with Its Admirable Diminution Lately Discovered*, London, W. Iones, 1635.

Gesner, C., *Historiæ Animalium*, Zurich, 1551-1558, 5 voll.

Gilbert, W., *De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure;*

Physiologia nova, plurimis & argumnetis, & experimentis demonstrata, London, 1600.

Grandamy, J., *Nova demonstratio immobilitatis Terræ petita ex virtute magnetica*, La Flèche, Griveau, 1645

Guez de Balzac, *Les premières lettres de Guez de Balzac*, 1618-1627, éd. critique précédée d'une introduction par H. Bibas et K.-T. Butler, Paris, Droz, 1933-1934, 2 voll.

Harvey, W., *De motu cordis et sanguinis in animalibus*, Frankfurt, 1628; trad. ing. Id., *The circulation of the blood. An anatomical disquisition on the motion of the heart and blood in animals*, London, 1907.

Harvey, W., *The Works of W. Harvey, M.D., Physician to the King, Professor of Anatomy and Surgery to the College of Physician*, trans. by R. Willis, New York, London, Johnson, 1965.

Hegel, G.W.F., *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie*, trad. it. *Lezioni sulla storia della filosofia*, a cura di E. Codignola e G. Sanna, Firenze 1967², La Nuova Italia, 4 voll.

Hendrik Engel's Alphabetical List of Dutch Zoological Cabinets and Menageries, ed. by P. Smith, Amsterdam, Rodopi, 1986.

Huygens, C., *De Briefwisseling van Constantijn Huygens (1608-1687)*, ed. J.A. Worp, Martinus Nijhoff, Den Haag 1911-1917.

Ippocrate. Lettere sulla follia di Democrito, a cura di A. Roselli, Milano, Liguori, 1998.

Kant, I., *Kritik der reinen Vernunft*, Riga, Hartknoch, 1781 (1787).

Kant, I., *Anthropologie in pragmatischer Hinsicht*, trad. it. Id., *Antropologia pragmatica*, a cura di G. Vidari, Roma, Laterza, 2001.

Kant, I., *Critica della ragion pura*, a cura di C. Esposito, Milano, Bompiani, 2004.

Kircher, A., *Magnes sive de arte magnetica opus tripartitum*, Coloniae Agrippinae, Kalcoven, 1643.

Kircher, A., *Mundus subterraneus in 12 libros digestus*, Amstelodami, Weyerstraten, 1664-1665, 2 voll.

La Brosse, G. de, *Description du Jardin de plantes medicinales*, Paris, 1636.

La Ramée, P. de, *Dialecticae institutiones; Aristotelicae animadversiones*, Stuttgart, Frommann, 1964.

Leibniz, W.G. *Remarques sur l'abrégé de la Vie de M. des Cartes*, in *Die Philosophischen Schriften*, ed. Gerhardt, reprint Hildesheim, G. Olms, 1960.

Fortunio Liceti, *Litheosphorus, sive de lapide Bononiensi*, Udine, 1640.

Lullo, R., *Arte Breve*, a cura di M.M.M. Romani, Milano, Bompiani, 2002.

Malebranche, N., *Œuvres complètes*, éd. par G. Rodis-Lewis, 21 voll., Paris, Vrin, 1962—1976.

Mersenne, M., *Correspondence du P. Marin Mersenne*, publiée et annotée par C. de Waard, Paris, Editions du centre national de la recherche scientifique, 1956-1983, 16 voll.

Mersenne, M., *Cogitata physico mathematica*, Paris, Bertier, 1644.

Mersenne, M., *Questions inouyes. Ou recreation des savans. Qui contiennent beaucoup de choses concernantes la theologie, la philosophie & les mathématiques*, Paris, Villery, 1634.

Mersenne, M., *Harmonie Universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*, Paris, Ballard, 1636, 2 voll.

Mersenne, M., *Les questions théologiques, physiques, morales et mathématiques*, Paris, Guenon, 1634.

Mersenne, M., *La vérité des sciences contre les sceptiques ou Pyrrhoniens*, Paris, 1625.

Mersenne, M., *La verite des sciences contre les sceptiques ou Pyrrhoniens*, edition et annotation par D. Descotes, Paris, Champion, 2003.

- Mersenne, M., *Questions harmoniques*, Stuttgart, Frommann, 1972.
- Meyssonnier, L., *Pentagonum philosophicum-medicum, Sive Ars nova reminiscentiæ. Cum institutionibus Philosophiæ Naturalis, et Medicinæ sublimioris et secretioris, Theoricæ, Praticæ; et Clave hactenus desiderata ominum Arcanorum naturalium Macrocosmi et Microcosmi traditorum, vel scriptorum*, Lugduni, Sumptibus, 1639.
- Meyssonnier, L., *Traicté des maladies estraordinaires et nouvelles*, Lyon, 1643.
- Meyssonnier, L., *La belle magie ou science de l'esprit contenant les fondements des subtilitez et des plus curieuses et secrètes connoissances de ce temps*, Lyon, Caille, 1669.
- Montaigne, M. de, *Essais*, Paris, Gallimard, 1995, 2 voll.
- Montaigne, M. de, *Essais*, ed. Villey, Paris, PUF, 2004.
- Montaigne, M. de, *Saggi*, a cura di F. Garavini, Milano, Adelphi, 2007⁶, 2 voll.
- Patin, G. de, *Lettres de Guy Patin*, textes établies par J.H. Réveillé-Parise, Paris, 1845.
- Pauw, P., *Hortus publicus, Acad. Lugduno-Batavæ, eius ichonographia descriptio usus*, Leiden, 1603.
- Plemp, V., *Fundamenta medicinæ ad scholæ acrobologiam aptata*, Lovanii, 1654, Editio tertia.
- Porfirio, *Isagoge*, a cura di G. Girgenti, Milano, Rusconi, 1995.
- Ratio atque institutio studiorum Societatis Jesu*, in *Ratio Studiorum*, a cura di M. Salomone, Milano, Feltrinelli, 1979.
- Régis, P.-S., *Cours entier de philosophie, ou système general selon les principes de M. Descartes, contenant la Logique, la Metaphysique, la Physique, et la Morale*, 3 voll., Amsterdam, Hugueten, 1691.
- Regius, H., *Physiologia sive cognitio sanitatis. Tribus disputationibus in Academia Ultrajectina publice proposita*, Ultrajecti, 1641.

Regius, H., *Henrici Regii Ultrajectini Fundamenta physices*, Amstelodami, Elzevirium, 1646.

Reneri, H., *Disputatio Philosophica Miscellanea. Quam Auxiliante Deo Opt. Max. Præsidente Clarissimo ac celeberrimo Viro, D.M. Francone Burgersdicio, publice ventilandam proponit Petrus Eremita, Hamburgensis. Ad diem 16. Iuly*, Lugduni Batavorum, Maire, 1631.

Reneri, H., *Oratio inauguralis de Lectionibus ac exercitiis philosophicis*, in *Illustri Gymnasii Ultrajectini inauguratio una cum orationibus inauguralibus*, Utrecht, 1634.

Riolan, J., *Les Œuvres anatomiques de M. Jean Riolan*, trad. P. Constant, Paris, Moureau, 1629.

Salisbury, J., *The metalogicon, a twelfth-century defense of the verbal and logical arts of the trivium*, translated by D.D. McGarry, Glouchester, P. Smith, 1971.

Van Helmont, J.B., *Ortus medicinæ id est initia physicæ inauditæ*, Amsterdam, 1648.

III. Studi

III.1. Studi critici e monografie

Alexandrescu, V., *Croisées de la Modernité. Hypostases de l'esprit et de l'individu au XVIIe siècle*, Bucharest, Zetabooks, 2012.

Alquié, F., *La découverte métaphysique de l'homme chez Descartes*, Paris, PUF, 1966².

- Ariew, R., *Descartes among the Scholastics*, Leiden-Boston, Brill, 2011.
- Aucante, V., *La philosophie médicale de Descartes*, Paris, PUF, 2006.
- Baltrusaitis, J., *Anamorphoses ou Perspectives curieuses*, Perrin, Paris 1955.
- Baltrusaitis, J., *Le moyen âge fantastique. Antiquités et exotismes dans l'art gothique*, Paris, Focillon, 1955.
- Baratay, E., Hardouin-Fugier, E., *Zoos. Histoire des jardins zoologiques en Occident (XVIe-XXe siècle)*, Paris, La découverte, 1998.
- Bastide, R., *Sociologie des maladies mentales*, Paris, Flammarion, 1965.
- Beagon, M., *Roman Nature. The Thought of Pliny the Elder*, Oxford, Clarendon Press, 1992.
- Beaulieu, Mersenne. *La grande minime*, Bruxelles, Fondation Nicolas-Claude Fabri de Peiresc, 1995.
- Beck, L.J., *The Method of Descartes. A Study of the Regulæ*, Oxford, Clarendon Press, 1952.
- Berkel, K. van, *Isaac Beeckman (1588-1637) en de mechanisering van het wereldbeeld*, Amsterdam, Rodopi, 1983.
- Beyssade, J.-M., *La philosophie première de Descartes: le temps et la cohérence de la métaphysique*, Paris, Flammarion, 1979.
- Beyssade, J.-M., *Descartes au fil de l'ordre*, Paris, PUF, 2001.
- Beyssade, J.-M., *Études sur Descartes. L'histoire d'un esprit*, Paris, Seuil, 2001.
- Bitbol-Hespériès, A., *Le principe de vie chez Descartes*, Paris, Vrin, 1990.
- Blumenberg, H., *Paradigmen zur einer Metaphorologie*, Bonn, Bouvier, 1960; trad. it. Blumenberg, H., *Paradigmi per una metaforologia*, Milano, Raffaello Cortina, 2009.
- Blumenberg, H., *Die Legitimität der Neuzeit*, Frankfurt/Main, Suhrkamp, 1974, trad. it. Blumenberg, H., *La legittimità dell'età moderna*, Genova. Marietti, 1992.

- Blumenberg, H., *Die Lesbarkeit der Welt*, Frankfurt/Main, Suhrkamp, 1981.
- Blumenberg, H., *Das Lachen der Thranckerin. Eine Urgeschichte der Theorie*, trad. it. Blumenberg, H., *Il riso della donna di Tracia: Una preistoria della teoria*, Bologna, Il Mulino, 1988.
- Blumenberg, H., *Höhlenausgänge*, Frankfurt, Suhrkamp, 1989.
- Bonicalzi, F., *Il costruttore di automi. Descartes e le ragioni dell'anima*, Milano, Jaca Book, 1987.
- Bonicalzi, F., *L'ordine della certezza. Scientificità e persuasione in Descartes*, Genova, Marietti, 1990.
- Borghero, C., *La certezza e la storia. Cartesianesimo, Pirronismo e conoscenza storica*, Milano, Franco Angeli, 1983.
- Bos, E.-J., *The Correspondence between Descartes and Henricus Regius*, Utrecht, Zeno, 2002, tesi di dottorato.
- Bos, H.J.M., *Redefining Geometrical Exactness. Descartes' Transformation of the Early Modern Concept of Construction*, New York, Springer-Verlag, 2001.
- Braun, L., *Conrad Gessner*, Genève, Slatkine, 1990.
- Brunschvicg, L., *Descartes et Pascal lecteurs de Montaigne*, Lausanne, La Baconnière, 1942.
- Buning, R., *Henricus Reneri (1593-1639)*, Utrecht, Zeno, 2013 [tesi di dottorato].
- Buzon, F. de, Carraud, V., *Descartes et les Principia II. Corps et mouvement*, Paris, PUF, 1994.
- Cahné, P.-A., *Un autre Descartes: le philosophe et son langage*, Paris, Vrin, 1980.
- Caps, G., *Les «médecins cartésiens». Héritage et diffusion de la représentation mécaniste du corps humain (1646-1696)*, Hildesheim-Zürich-New York, Verlag, 2010.
- Cantimori, D., *Umanesimo, Rinascimento, Riforma*, Torino, Einaudi, 1976.

Canziani, G., *Filosofia e scienza nella morale di Descartes*, Firenze, La Nuova Italia, 1980.

Carraud, V., *Causa sive ratio. La raison de la cause, de Suarez à Leibniz*, Paris, PUF, 2002.

Carter, R.B., *Descartes' Medical Philosophy. The Organic Solution to The Mind-Body Problem*, Baltimora – London, John Hopkins U. P., 1983.

Cassirer, E., *Individuum und Kosmos in der Philosophie der Renaissance*, Leipzig, Teubener, 1927; trad. it. Id., *Individuo e cosmo nella filosofia del Rinascimento*, Firenze, La Nuova Italia, 1992².

Cavaillé, J.-P., *Descartes: la fable du monde*, Paris, Vrin, 1991.

Chomsky, N. *Cartesian Linguistics*, New York-London, Harper & Row, 1966.

Citroni Marchetti, S., *La scienza della natura per un intellettuale romano. Studi su Plinio il Vecchio*, Pisa-Roma, Serra, 2011.

Clarke, D.M., *Descartes' philosophy of science*, University Park, The Pennsylvania State University Press, 1981.

Clarke, D.M., *Occult powers and hypotheses. Cartesian natural philosophy under Louis XIV*, Oxford, Clarendon Press, 1989.

Clericuzio, A., *La macchina del mondo. Teorie e pratiche scientifiche dal Rinascimento a Newton*, Roma, Carrocci, 2005 (2008).

Cohen, G., *Écrivains français en Hollande dans la première moitié du XVII^e siècle*, Slatkine, Genève, 1976.

Colie, R.L., *Some Thankfulness to Constantine. A study of English Influence upon the Early Works of Constantijn Huygens*, The Hague, Nijhoff, 1956.

Colombero, C., *Uomo e natura nella filosofia del Rinascimento*, Torino, Loescher, 1978.

Cosenza, P., *Sillogismo e concatenazione nelle "Regulæ" di Descartes*, Napoli,

Tempi Moderni, 1984.

Cosenza, P., *Logica formale e antiformalismo. Da Aristotele a Descartes*, Napoli, Liguori, 1987.

Costabel, P., *Descartes. Règles utiles et claires*, La Haye, Nijhoff, 1977.

Costabel, P., *Démarches originales de Descartes savant*, Paris, Vrin, 1982.

Crapulli, G., *Mathesis universalis. Genesi di una idea nel XVI secolo*, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1969.

Daston, L., Park, K., *Wonders and the Order of Nature 1150-1750*, New York, Zone Books, 1998.

Denise, L., *Bibliographie historique & iconographique du Jardin des Plantes. Jardin royal des plantes médicinales et muséum d'histoire naturelle*, Paris, Daragon, 1903.

Dear, P., *Mersenne and the Learning of the Schools*, Ithaca and London, Cornell University Press, 1988.

Dear, P., *Discipline & Experience. The Mathematical Way in the Scientific Revolution*, Chicago-London, University of Chicago Press, 1995.

Delia, L., *La verità filosofica nel pensiero di Descartes: studio storico, critico e semantico*, [Tesi di dottorato], Bologna, 2007.

Des Chene, D., *Physiologia. Natural Philosophy in Late Aristotelian and Cartesian Thought*, Ithaca-London, Cornell University Press, 1996.

Dibon, P., *La philosophie neerlandaise au siècle d'or*, Paris, Elsevier, 1954.

DIBON, P., *Regards sur la Hollande du siècle d'or*, Napoli, Vivarium, 1990.

Dijksterhuis, E.J., *Descartes et le cartesianisme hollandais*, Paris, PUF, 1950.

Donna, D., *Induzione, enumerazione e modelli della spiegazione scientifica. Il metodo di Descartes dagli studi di ottica alla fisica della luce (1618-1637)*, [Tesi di dottorato], Bologna, 2008.

- Duchesneau, F., *Les modèles du vivant de Descartes à Leibniz*, Paris, Vrin, 1998.
- Ehrard, J., *L'idée de nature en France à l'aube des Lumières*, Paris, Flammarion, 1970.
- Fattori, M., *Linguaggio e filosofia nel seicento europeo*, Firenze, Olschki, 2000.
- Fichant, M., *Science and Métaphysique dans Descartes et Leibniz*, Paris, PUF, 1998.
- Findlen, P., *Possessing Nature. Museum, Collecting, and Scientific Culture in Early Modern Italy*, Berkeley-Los Angeles-London, University of California Press, 1994.
- Focault, M., *Histoire de la folie à l'age classique*, trad. it. Id., *Storia della follia nell'età classica*, Milano, BUR, 2008⁹.
- Foucault, M., *Les mots et les choses. Une archéologie des sciences humaines*, Gallimard, Paris, 1966; trad. it. Id., *Le parole e le cose. Una archeologia delle scienze umane*, Milano, Rizzoli, 1998.
- Frankfurt, H., *Demons, dreamers and madmen. The defense of Reason in Descartes's Mediations*, New York, The Bobbs-Merrill Company, 1970.
- French, R., *Ancient Natural History. Histories of nature*, London and New York, Routledge, 1994.
- French, R., *Dissection and Vivisection in the European Renaissance*, Aldershot and Brookfield, Ashgate, 1999.
- French, R., *William Harvey's Natural Philosophy*, Cambridge, Cambridge University Press, 2006.
- Fuchs, T., *The Mechanization of the Heart. Harvey and Descartes*, Rochester, The University of Rochester Press, 2001.
- Fumaroli, M., *Le api e i ragni, La disputa degli Antichi e dei Moderni*, Milano, Adelphi, 2005.
- Funkenstein, A., *Theology and the Scientific Imagination from the Middle Ages to the Seventeenth Century*, Princeton, Princeton University Press, 1986.

Garavini, F., *La casa dei giochi. Idee e forme nel Seicento francese*, Torino, Einaudi, 1980.

Garber, D., *Descartes' Metaphysical Physics*, Chicago, London, The University of Chicago Press, 1992.

Garber, D., *Descartes Embodied: Reading Cartesian Philosophy Through Cartesian Science*, New York, Cambridge University Press, 2001.

Gaukroger, S., *Cartesian Logic. An essay on Descartes's Conception of Inference*, Oxford, Clarendon Press, 1989.

Gaukroger, S., *Francis Bacon and the Transformation of Early-Modern Philosophy*, Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

Gaukroger, S., *Descartes' System of Natural Philosophy*, Cambridge, Cambridge University Press, 2002.

Gemelli, B., *Aspetti dell'atomismo classico nella filosofia di Francis Bacon e nel Seicento*, Firenze, Olschki, 1996.

Gemelli, B., *Isaac Beeckman. Atomista e lettore critico di Lucrezio*, Firenze, Olschki, 2002.

Giacon, C., *La causalità nel razionalismo moderno. Cartesio, Spinoza, Malebranche, Leibniz*, Milano, Bocca, 1954.

Gilson, É., *Études sur le rôle de la pensée médiévale dans la formation du système cartésien*, Paris, Vrin, 1951 – 1984².

Girgenti, G., *Il pensiero forte di Porfirio. Mediazione fra henologia platonica e ontologia aristotelica*, Milano, Vita e pensiero, 1996.

Gontier, T., *De l'homme à l'animal. Montaigne et Descartes ou les paradoxes de la philosophie moderne sur la nature des animaux*, Paris, Vrin, 1998.

Gouhier, H., *La pensée religieuse de Descartes*, Paris, Vrin, 1924.

- Gouhier, H., *La pensée métaphysique de Descartes*, Paris, Vrin, 1969.
- Gouhier, H., *Les premières pensées de Descartes. Contribution à l'histoire de l'Anti-Renaissance*, Paris, Vrin, 1979.
- Gregory, T., *Scetticismo ed empirismo. Studio su Gassendi*, Bari, Laterza, 1961.
- Gregory, T., *Genèse de la raison classique, de Charron à Descartes*, Paris, PUF, 1998.
- Grimaldi, G., *L'expérience de la pensée dans la philosophie de Descartes*, Paris, Vrin, 1978.
- Grosholz, E.R., *Cartesian Method and the Problem of Reduction*, Oxford, Clarendon Press, 1991.
- Guenancia, P., *Descartes et l'ordre politique. Critique cartésienne des fondements de la politique*, Paris, PUF, 1983.
- Guenancia, P., *L'intelligence du sensible: essai sur le dualisme cartésien*, Paris, Gallimard, 1998.
- Guenancia, P., *Descartes, chemin faisant*, Paris, Les Belles Lettres, 2010
- Gueroult, M., *Descartes selon l'ordre des raisons*, Paris, Aubier – Montaigne, 1975³, 2 voll.
- Hadot, P., *Le voile d'Isis. Essai sur l'histoire de l'idée de nature*, Paris, Gallimard, 2004.
- Hay, D., *Annalists and Historians. Western Historiography from the VIIIth to the XVIIIth Centuries*, London, Methuen, 1977.
- Haydn, H., *The counter-Reinassance*, New York, The Grove Press, 1950.
- Hazard, P., *La crise de la conscience européenne*, trad. it. Id., *La crisi della coscienza europea*, Torino, UTET, 2007.

Heilbron, J.L., *Electricity in the 17th and 18th Centuries. A study of early modern physics*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 1979.

Heilmeyer, M., *Ancient herbs*, Lincoln, London 2007.

Hinz, M., *I Gesuiti e la Ratio Studiorum*, Roma, Bulzoni, 2004.

Howard, R., *La bibliothèque et le laboratoire de Guy de La Brosse au Jardin des Plantes à Paris*, Genève, Droz, 1983.

Huff, T.E., *Intellectual Curiosity and the Scientific Revolution. A Global Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, 2011.

Huizinga, J., *Herfsttij der Middeleeuwen. Studie over Levens-en Gedachtenvormen der veertiende en vijftiende eeuw in Frankrijk en de Nederlanden*, trad. it. Id., *Autunno del Medioevo*, Milano, BUR, 1995.

Huizinga, J., *Nederland's Beschaving in de Zeventiende Eeuw in Holländische Kultur des sibzehnten Jahrhunderts, und natonale Eigenart Ihre sozialen Grundlagen*, trad. it. Id., *La civiltà olandese del Seicento*, Torino, Einaudi, 2008².

Idel, M., *Golem: Jewish Magical and Mystical Traditions on the Artificial Anthropoid*, Albany, The State University Press, 1990.

Jardine, L., *The Reputation of Sir Constantijn Huygens: Networker or Virtuoso?*, Wassenaar, NIAS, 2008.

Jeaneau, E., *Nani sulle spalle di giganti*, Napoli, Guida Editori, 1969.

Kenny, N., *Curiosity in Early Modern Europe Word Histories*, Wiesbaden, Harrasowitz, 1998.

Koyré, A., *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Paris, Gallimard, 1961.

Landucci, S., *La mente in Cartesio*, Milano, Franco Angeli, 2002.

Laissus, Y., Torlais, J., *Le Jardin du Roi et le Collège royal dans l'enseignement des science au XVIII^e siècle*, Paris, Hermann, 1986.

Laird, M., *The Formal Garden*, London, Thames and Hudson Ltd, 1992.

- Lenoble, R. *Esquisse d'une histoire de l'idée de Nature*, Paris, Albin Michel, 1969.
- Lenoble, R., *Mersenne. ou La naissance du mécanisme*, Paris, Vrin, 1971.
- Lotti, B., *L'iperbole del dubbio. Lo scetticismo cartesiano nella filosofia inglese tra sei e settecento*, Firenze, Le Lettere, 2010.
- Lugli, A., *Naturalia et Mirabilia. Il collezionismo enciclopedico nelle Wunderkammern d'Europa*, Milano, Mazzotta, 1983.
- Lugli, A., *Wunderkammer*, Torino, Alemani, 1997.
- Mamiani, M., *Teorie dello spazio da Descartes a Newton*, Milano, Franco Angeli, 1980.
- Mandrou, R., 3. *Des humanistes aux hommes de science (XVIe et XVIIe siècles)*, in *Histoire de la pensée européenne*, Paris, Seuil, 4 voll., 1973.
- Marion, J.-L., *Sur l'ontologie grise de Descartes. Science cartésienne et savoir aristotelicien dans les Regulæ*, Paris, Vrin, 1981.
- Marion, J.-L., *Questions cartésiennes. Méthode et métaphysique*, Paris, PUF, 1991.
- Merton, R.K., *Sulle spalle di giganti, Poscritto shandiano*, Bologna, Il Mulino, 1991.
- Meschini, F.A., *Neurofisiologia cartesiana*, Firenze, Olschki, 1998
- Milhaud, G., *Descartes savant*, Paris, Alcan, 1921
- Miller, P.N., *Peiresc's Europe. Learning and Virtue in the Seventeenth Century*, New Haven-London, Yale University Press, 2000.
- Momigliano, A., *The Classical Foundation of Modern Historiography*, Berkeley-Los Angeles, University of California Press, 1990.
- Moretti, M.G., *Scienza ed epistemologia in Francesco Bacone. Dal Novum organum alla New Atlantis*, Roma, Edizioni Studium, 2004.
- Moyal, G.J.D., *La critique cartésienne de la raison. Folie, rêve et liberté dans le*

Méditations, Montreal-Paris, Bellarmin-Vrin, 1997.

Olmi, G., *L'inventario del mondo. Catalogazione della natura e luoghi del sapere nella prima età moderna*, Bologna, il Mulino, 1992.

Paganini, G., *Scepsi moderna. Interpretazioni dello scetticismo da Charron a Hume*, Cosenza, Busento, 1991.

Paganini, G., *Skepsis. Le débat des modernes sur le scepticisme. Montaigne – Le Vayer – Campanella – Hobbes – Descartes – Bayle*, Paris, Vrin, 2008.

Pagel, W., *William Harvey's Biological Ideas. Selected Aspects and Historical Background*, Basel, New York, Krager, 1967.

Pagel, W., *New Light on William Harvey*, Basel, New York, Krager, 1976.

Pagel, W., *Paracelsus. An Introduction to Philosophical Medicine in the Era of the Renaissance*, Basel, New York, Karger, 1982².

Pala, A., *Descartes e lo sperimentalismo francese (1600-1650)*, Roma, Editori Riuniti, 1990.

Parker, G., *The thirty Years' War*, trad. it. *La guerra dei Trent'anni*, Vita e pensiero – Milano 1994

Pintard, R., *Le libertinage érudit dans la première moitié du XVII^e siècle*, Genève-Paris, Slatkine, 1983.

Pomian, K., *L'ordre du temps*, Paris, Gallimard, 1984.

Pomian, K., *Collectionneurs, amateurs et curieux. Paris, Venise: XVI^e-XVIII^e siècle*, Paris, Gallimard, 1987.

R.H. Popkin, *The History of Scepticism from Erasmus to Descartes*, Assen, Van Gorcum, 1964.

Rabouin, D., *Mathesis Universalis. L'idée de «mathématique universelle» d'Aristote à Descartes*, Paris, PUF, 2009.

Ricken, U., *»Gelehrter« und »Wissenschaft« im Französischem. Beiträge zu ihrer*

Bezeichnungsgesichte vom 12. - 17. Jahrhundert, Berlin, Verlag, 1961.

Robinet, A., *Descartes, La lumière naturelle. Intuition, disposition, complexion*, Paris, Vrin, 1999.

Rodis-Lewis, G., *L'Individualité selon Descartes*, Paris, Vrin, 1950.

Rodis-Lewis, G., *Le Problème de l'inconscient et le cartésianisme*, Paris, PUF, 1950.

Rodis-Lewis, G., *La morale de Descartes*, Paris, PUF, 1970.

Rodis-Lewis, G., *L'œuvre de Descartes*, Paris, Vrin, 1971, 2 voll.

Rodis-Lewis, G., *L'anthropologie cartésienne*, Paris, PUF, 1990.

Rodis-Lewis, G., *Descartes: biographie*, Paris, Calmann-Levy, 1995.

Rossi, P., *Clavis Universalis. Arti della memoria e logica combinatoria da Lullo a Leibniz*, Bologna, Il Mulino, 1983.

Rossi, P., *Naufrazi senza spettatore. L'idea di progresso*, Bologna, Il Mulino, 1995.

Rossi, P., *La nascita della scienza moderna in Europa*, Roma, Bari, Laterza, 2002².

Russell, B., *The problems of philosophy*, trad. it. Id., *I problemi della filosofia*, Milano, Feltrinelli, 2007.

Schnapper, A., *Le géant, la licorne, la tulipe. Collections et collectionneurs dans la France du XVIIe siècle. I. Histoire et histoire naturelle*, Paris, Flammarion, 1988.

Scribano, E., *Angeli e beati. Modelli di conoscenza da Tommaso a Spinoza*, Roma, Bari, Laterza, 2006.

Sepper, D.L., *Descartes's Imagination. Proportion, Images, and the Activity of Thinking*, Berkeley, Los Angeles, London, University of California Press, 1996.

Serrurier, C., *Descartes : l'homme et le penseur*, Paris, PUF, 1951.

Shapiro, B.J., *Probability and Certainty in Seventeenth-Century England. A Study of the Relationships Between Natural Science, Religion, History, Law, and Literature*, Princeton, Princeton University Press, 1983.

Shea, W.R., *The Maginc of Numbers and Motion. The Scientific Career of René Descartes*, Massachusetts, Watson, 1991, trad. it. Id., *La magia dei numeri e del moto. René Descartes e la scienza del Seicento*, Torino, Bollati Boringhieri, 1994.

B. Sherwin, B., *The Golem Legend: Origins and Implications*, Lanham, University Press of America, 1985.

Shumaker, W., *Natural Magic and Modern Science. Four Treatises 1590-1657*, New York, 1989.

Smith, K., *Matter Matters. Metaphysics and Methodology in Earlu Modern Period*, Oxford, Oxford University Press, 2010.

Spallanzani, M., *Diventare filosofo. Descartes "en philosophe"*, Firenze, Alinea Editrice, 1999.

Spallanzani, M., *L'arbre et le labyrinthe. Descartes selon l'ordre des Lumières*, Paris, Champion, 2009.

Stagl, J., *A History of Curiosity. The Theory of Travel 1550-1800*, Chur, Harwood Academic publishers, 1995.

Struik, D.J., *The Land of Stevin and Huygens. A Sketch of Science and Technology in the Dutch Republic during the Golden Century*, Dordrecht-Boston-Lonson, Reidel, 1981.

Tega, W., *L'unità del sapere e l'ideale enciclopedico nel pensiero moderno*, Il Mulino – Bologna 1983.

Tega, W., *Arbor scientiarum. Enciclopedia e sistemi in Francia da Diderot a Comte*, Bologna, il Mulino, 1984.

Tellier, A., *Descartes et la médecine*, Paris, Vigné, 1928 (tesi di laurea).

Thieberger, *The Great Rabbi Loew of Prague*, New York, Farrar, 1955.

Toulmin, S., *Cosmopolis. The hidden agenda of modernity*, Chicago, University of Chicago Press, 1990; trad. it. Id., *Cosmopolis*, Milano, Rizzoli, 1991.

Tugnoli Pattaro, S., *La formazione scientifica e il Discorso naturale di Ulisse Aldrovandi*, Trento, Unicoop, 1977.

Tugnoli Pattaro, S., *Metodo e sistema delle scienze nel pensiero di Ulisse Aldrovandi*, Bologna, Clueb, 1981.

Valery, P., *Variété*, trad. it. *Varietà*, Milano, SE, 2007².

Van Berkel, K., *Isaac Beeckman (1588-1637) en de mechanisering van het wereldbeeld*, Rodopi, Amsterdam, 1983.

Vegetti, M., *Il coltello e lo stilo. Animali, schiavi, barbari e donne allo ordigini della razionalità scientifica*, Milano, Il Saggiatore, 1979.

Verbeek, Th., *La Querelle d'Utrecht*, Paris, Les impressions nouvelles, 1988.

Yates, F., *The Art of Memory*, London, Routledge, 1966.

Yates, F., *The French Academies of the Sixteenth Century*, London-New York, Routledge, 1988.

III.2. Volumi collettivi

Dijksterhuis, E.J., (ed.), *Descartes et le cartésianisme hollandais*, Paris, PUF, 1950.

Descartes, Cahiers de Royaumont, Paris, 1957.

Doney, W. (ed.), *Descartes. A Collection of Critical Essays*, London, 1968.

Butler, R.J., (ed.), *Cartesian Studies*, , Oxford, 1972.

Lunsingh Scheurleer, Th.H., Posthumus Meyjes, G.H.M., (ed.), *Leiden University in the seventeenth century. An exchange of learning*, Leiden, Brill, 1975.

Gori, G., (ed.), *Cartesio*, Milano, 1977.

Baldini, U., Zanier, G., Farina, P., Trevisani, F., *Ricerche sull'atomismo del Seicento*, Firenze, La Nuova Italia, 1977.

Gregory, T., (ed.), *Ricerche su letteratura libertina e letteratura clandestina nel Seicento*, Atti del Convegno 30 ottobre-1 novembre 1980, Firenze, La nuova Italia, 1981

Hooker, M., (ed.), *Descartes. Critical and Interpretative Essays*, Baltimore-Londres, 1978.

Fattori, M., (ed.), *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, seminario internazionale, Roma, 11-13 marzo 1984, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1984.

Winder, M., (ed.), *From Paracelsus to Van Helmont. Studies in Renaissance Medicine and Science*, London, Variorum, 1986.

Rodis-Lewis, G., (ed.), *Méthode et métaphysique chez Descartes*, New-York-London, 1987.

Méchoulan, H., (ed.), *Problématique et réception du Discours de la Méthode et des Essais*, Paris, Vrin, 1988, Paris, 1988.

Gooding, D., Pinch, T., Schaffer, S., (ed.), *The uses of experiment. Studies in the natural sciences*, Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, Cambridge University Press, 1989.

Grimaldi, N., et Marion, J.-L., (ed.), *Le Discours et sa Méthode*, Colloque pour le 350° anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1989.

Belgioioso G., Cimino G., Costabel, P. e Papuli, G., (ed.), *Descartes: il Discorso sul metodo e i Saggi*, Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione del *Discours de la méthode* e degli *Essais*, 1637-1987, 2 voll., Roma, Treccani, 1990.

Reinbold, A., (ed.), *Peiresc ou la passion de connaître*, Paris, Vrin, 1990.

Moran, B.T., (ed.), *Patronage and Institutions. Science, Technology, and Medicine at the European court, 1500-1700*, Suffolk, The Boydell Press, 1991.

Moyal, G.J.D., (ed.), *René Descartes. Critical Assessments*, London-New-York, Routledge, 1991, 4 voll.

Pumfrey, S., Rossi, P., Slawinski, M., (ed), *Science, culture and popular belief in Renaissance Europe*, Manchester, Manchester University Press, 1991.

Vieillard Baron, J.-L., (ed.), *Autour de Descartes. Le dualisme de l'âme et du corps*, Paris, 1991.

Bucciantini, M., Torrini, M., (ed.), *Geometria e atomismo nella scuola galileiana*, Firenze, Olschki, 1992.

Cottingham, J., (ed.), *The Cambridge Companion to Descartes*, Cambridge, Cambridge University Press, 1992.

Voss, S., (ed.), *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, Oxford, 1993.

Sorell, T., (ed.) *The Rise of Modern Philosophy. The Tension between the New and Traditional Philosophies from Machiavelli to Leibniz*, Oxford, Clarendon Press, 1993.

Beyssade, J.-M., et Marion, J.-L., (ed.), *Descartes. Objecter et répondre*, Paris, PUF, 1994.

Cottingham, J., (ed.), *Reason, Will and Sensation. Studies in Descartes's Metaphysics*, Oxford, 1994.

1588-1988, Quatrième centenaire de la naissance de Marin Mersenne, Actes du Colloque, Université du Maine, 1994.

Ariew, R., e Grene, M., (ed.), *Descartes and his Contemporaries. Meditations, Objections, Replies*, Chicago London, Chicago University Press, 1995.

Armogathe, J.-R., e Belgioioso, G., (ed.), *Descartes: Principia Philosophiae a 350 anni dalla pubblicazione*, Atti del Convegno internazionale Parigi, 5-6 maggio – Lecce, 10-12 novembre 1994, Napoli, 1996.

Rattansi, P.M., Clericuzio, A., (ed.), *Alchemy and Chemistry in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, Dordrecht, Kluwer, 1994.

Rotondi Secchi Tarugi, L., (ed.), *L'uomo e la natura nel Rinascimento*, Milano,

Nuovi Orizzonti, 1996.

Jardine, N., Secord, J.A., Spary, E.C., (ed.), *Cultures of natural history*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996.

Biard, J., Rashed, R., (ed.) *Descartes et le Moyen Age*, Actes du Colloque organisé à la Sorbonne du 4 au 7 juin 1996, Paris, Vrin, 1997.

Dear, P., (ed.), *Scientific Enterprise in Early Modern Europe. Readings from Isis*, Chicago, The University of Chicago Press, 1997.

Kelley, D., (ed.), *History and the Disciplines in Early Modern Europe. The Reclassification of Knowledge in Early Modern Europe*, Rochester, University of Rochester Press, 1997

Depré, O., Lories, D., (ed.), *Lire Descartes aujourd'hui*, Louvain-Paris, Editions de l'Institut Supérieur de Philosophie, 1997

Murr, S., (ed.), *Gassendi et l'Europe (1592-1792)*, Actes du Colloque International «Gassendi et sa posterité», Sorbonne, 6-10 octobre 1992, Paris, Vrin, 1997.

Greiner, F., (ed.), *Aspects de la tradition alchimique au XVII^e siècle*, Actes du colloque international de l'Université de Reims-Champagne-Ardenne (Reims, 28 et 29 novembre 1996), Parigi-Milano, Seha-Arché, 1998.

Ong-Van-Cung, K.S. (ed.), *Descartes et la question du sujet*, Paris, 1999.

Faye, E., (ed.), *Descartes et la Renaissance*, Actes du colloque international de Tours, 22-24 mars 1996, Paris, 1999.

Armogathe, J.-R., Belgioioso, G., Vinti, C., (ed.), *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno *Descartes e l'“Europe Savante”*, Perugia 7-10 ottobre 1996, Vivarium, Napoli 1999.

Festa, E., Gatto, R., (ed.), *Atomismo e continuo nel XVII secolo*, Napoli, Vivarium, 2000.

Olmi, G., Tongiorgi Tomasi, L., Zanca, A., (ed.), *Natura-Cultura. L'interpretazione del mondo fisico nei testi e nelle immagini*, Atti del Convegno Internazionale di Studi, Mantova, 5-8 settembre 1996, Firenze, Olschki, 2000

Gaukroger, S., Schuster, J., Sutton, J., (ed.), *Descartes' Natural Philosophy*, New York-London, Routledge, 2000.

Bourgeois, B., et Havet, J., (ed.), *L'esprit cartésien*, Actes du XXVI^e Congrès de l'Association des Sociétés de Philosophie de Langue Française (30 août-3 septembre 1996), Paris, Vrin, 2000

Lüthy, C., Murdoch, J., Newman, W.R., (ed.), *Late Medieval and Early Modern Corpuscular Matter Theories*, Leiden, Brill, 2001.

Moreau, P.-F., (ed.), *Le scepticisme au XVI^e et au XVII^e siècle*, Paris, Albin Michel, 2001.

Veneziani, M., (ed.), *Experientia*, Colloquio internazionale, Lessico intellettuale Europeo, Firenze, Olschki, 2002.

Spallanzani, M., (ed.), *Lecture cartesiane*, , Bologna, Clueb, 2003.

Carraud, V., et Marion, J.-L., (ed.), *Montaigne: scepticisme, métaphysique, théologie*, Paris, PUF, 2004.

Marin, P., Moncond'huy, D., (ed.), *Curiosité et cabinets de curiosités*, Neuilly, Atlande, 2004.

Pomata, G., Siraisi, N.G., (ed.), *Historia: empiricism and erudition in early modern Europe*, Cambridge, MIT Press, 2005.

Schmaltz, T.M., (ed.), *Receptions of Descartes. Cartesianism and anti-Cartesianism in Early Modern Europe*, London and New York, Routledge, 2005.

Veneziani, M., (ed.), *Machina*, XI Colloquio Internazionale, Roma, 8-10 gennaio 2004, Firenze, Olschki, 2005.

Zarka, Y.C., Pinchard, B., (ed.), *Y a-t-il une histoire de la métaphysique?*, Paris, PUF,

2005.

Bonicalzi, F., (ed.), *Macchine e vita nel XVII e XVIII secolo*, Firenze, Le Monnier, 2006.

Thomasset, C., (ed.), *L'écriture du texte scientifique. Des origines de la langue française au XVIII^e siècle*, Paris, PUPS, 2006.

Alessandrini, A., Ceregato, A., (ed.), *Natura Picta. Ulisse Aldrovandi*, Bologna, Compositori, 2007.

Marion, J.-L., *Descartes*, Paris, Bayard, 2007.

Giovannozzi, D., Veneziani, M., *Natura*, Colloquio internazionale, Lessico intellettuale europeo, Firenze, Olschki, 2008.

Alexandrescu, V., Theis, R., (ed.), *Nature et surnaturel. Philosophies de la nature et métaphysique aux XVIe-XVIIIe siècles*, Hildesheim-Zürich-New York, Olms, 2010.

Bianchi, L., e G. Paganini, G., (ed.) *L'umanesimo scientifico dal Rinascimento all'Illuminismo*, Atti del Convegno internazionale organizzato dal Dipartimento di filosofia e politica degli studi di Napoli l'Orientale, Napoli 27-29 settembre 2007, Napoli, Liguori, 2010.

Borghero, C., e Del Prete, A., (ed.) *Immagini filosofiche e interpretazioni storiografiche del cartesianesimo*, Firenze, Le Lettere, 2011.

III.3. Articoli

Agostini, I., *Note sul problema dell'unione corpo-mente in Descartes: il contributo del carteggio con Henry More*, in *L'umanesimo scientifico dal Rinascimento all'Illuminismo*, a cura di L. Bianchi e G. Paganini, Atti del Convegno, Napoli, Liguori, 2010, pp. 91-105.

Anderson, R.G.W., *The Archaeology of Chemistry*, in *Instruments and*

Experimentation in the History of Chemistry, ed. by F.L. Holmes, T.H. Levere, Cambridge-London, MIT Press, 2000, pp. 5-34.

Anstey, P., *Descartes' cardiology and its reception in English physiology*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster and J. Sutton. London and New York: Routledge, 2000, pp. 420-444.

Ariew, R., *Les Principia et la Summa Philosophica Quadripartita*, in *Descartes: Principia Philosophiæ (1644-1994)*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 473-489.

Ariew, R., *Les Principia en France et les condamnations du cartésianisme*, in *Descartes: Principia Philosophiæ (1644-1994)*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 625-639.

Armogathe, J.-R., *L'arc-en-ciel dans les Météores*, in *Le Discours et sa Méthode*, Paris, PUF, 1989, pp. 145-162.

Armogathe, J.-R., *Note brève sur le vocabulaire de l'âme au dix-septième siècle*, in *Spiritus*, Colloquio internazionale, Lessico intellettuale europeo; atti a cura di M. Fattori e M. Bianchi, Roma, Edizioni dell'ateneo, 1984, pp. 325-332.

Armogathe, J.-R., *Les sens: inventaires médiévaux et théorie cartésienne*, in *Descartes et le Moyen Age*, Actes du Colloque organisé à la Sorbonne du 4 au 7 juin 1996, édités par J. Biard, R. Rashed, Paris, Vrin, 1997, pp. 175-183.

Armogathe, J.-R., *La Correspondance de Descartes comme laboratoire intellectuel*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 5-22.

Armogathe, J.-R., *Sémantèse d'experientia/experimentum/expériences dans le corpus cartésien*, in *Experientia*, a cura di M. Veneziani, Lessico intellettuale Europeo, Firenze, Olschki, 2002, pp. 259-272.

Armogathe, J.-R., *The Rainbow. A Privileged Epistemological Model*, in *Descartes'*

Natural Philosophy, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster and J. Sutton, London and New York, Routledge, 2000, pp. 249-257.

Arthur, R., *Beeckman, Descartes and the Force of Motion*, in *Journal of the History of Philosophy*, vol. 45, 2007, n° 1, pp. 1-28

Ashworth, E.J., *Descartes's Theory of Clear and Distinct Ideas*, in *Cartesian Studies*, R. J. Butler, Oxford, 1972, pp. 89-105.

Ashworth Jr., W.B., *Emblematic natural history of the Renaissance*, in *Cultures of natural history*, ed. by N. Jardine, J.A. Secord, E.C. Spary, Cambridge, Cambridge University Press, 1996, pp. 17-37.

Aucante, V., *Les médecins et la médecine*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 607-626.

Badia, L., *The «Arbor Scientiae»: a «new» Enciclopedia in the thirteenth-century occitan-catalan cultural context*, in *Arbor Scientiae der Baum des Wissens von Ramon Lull*, Brepols, 2002, pp. 1-18.

Baldini, E., *Prodigi, simulacri e mostri nell'eredità botanica di Ulisse Aldrovandi*, in *Natura-Cultura. L'interpretazione del mondo fisico nei testi e nelle immagini*, Atti del Convegno Internazionale di Studi, Mantova, 5-8 settembre 1996, a cura di F. Olmi, L. Tongiorgi Tomasi, A. Zanca, Firenze, Olschki, 2000, pp. 215-243.

Baldwin, R., *Magnetism and the anti-Copernican Polemic*, «Journal of the History of Astronomy», vol. 16, 1985, pp. 155-174.

Beaulieu, A., *Mersenne, rival de Peiresc?*, in *Peiresc ou la passion de connaître*, textes réunis par A. Reinbold, Paris, Vrin, 1990, pp. 23-40

Belgioioso, G., *L'Aristotele degli Essais*, in *Descartes: il metodo e i saggi*. Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione del *Discours de la Méthode* e degli *Essais*, a cura di G. Belgioioso, G. Cimino, P. Costabel, G. Papuli, Roma, Treccani, 1990, pp. 41-62.

Belgioioso, G., *Un dibattito sui Principia: Pierre Sylvain Régis, Pierre-Daniel Huet, Jean du Hamel, Nicolas Malebranche*, in *Descartes: Principia Philosophiæ (1644-1994)*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 641-684.

Belgioioso, G., *Descartes e gli artigiani*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno *Descartes e l'“Europe Savante”*, Perugia 7-10 ottobre 1996, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Vivarium, Napoli 1999, pp. 113-165.

Bellone, E., *L'esplorazione del “largo pelago”: elettricità, magnetismo, calore, luce*, in *Storia della scienza moderna e contemporanea*, vol. I, *Dalla rivoluzione scientifica all'età dei lumi*, a cura di P. Rossi, Torino, Utet, 1988.

Berkel, K. Van, *Descartes' debt to Beeckman. Inspiration, cooperation, conflict*, in S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, *Descartes' Natural Philosophy*, London-New York, Routledge, 2000, pp. 46-60.

Bertolini Meli, D., *The Role of Numerical Tables in Galileo and Mersenne*, «Perspectives on Science», vol. 12, 2004, n. 2, p. 164-190.

Besoli, S., *Il giudizio come volontà e rappresentazione. Saggio sulla natura del giudizio in Descartes*, «Discipline Filosofiche», 1993, n° 2, pp. 43-100.

Beyssade, J.-M., *Réflexe ou admiration. Sur les mécanismes sensori-moteurs selon Descartes*, in *La passion de la raison. Hommage à F. Alquié*, ed. par J.-L. Marion, Paris, PUF, 1983, pp. 113-130.

Beyssade, J.-M., *Certitude et fondement. L'évidence de la raison et la véracité divine dans la métaphysique du Discours de la Méthode*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 341-364.

Beyssade, J.-M., *Le sens commun dans la Règle XII: le corporel et l'incorporel*, «Revue de Métaphysique et de Morale», 1991, pp. 497-514.

Beyssade, J.-M., *The cogito: Privileged Truth or Exemplary Truth?, Essays on the*

Philosophy and Science of René Descartes, New York-Oxford, 1993, pp. 31-39.

Beyssade, J.-M., *Scientia perfectissima. Analyse et synthèse dans les Principia*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, Atti del convegno per il 350° anniversario della pubblicazione dell'opera, a cura di J.-R. Armogathe e G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 5-36.

Biard, J., *La conception cartésienne de l'étendue et les débats médiévaux sur la quantité*, in *Descartes et le Moyen Age*, Actes du Colloque organisé à la Sorbonne du 4 au 7 juin 1996, édités par J. Biard, R. Rashed, Paris, Vrin, 1997, pp. 349-359.

Bitbol-Hespériès, A., *Descartes, Harvey et la médecine de la renaissance*, in *Descartes et la renaissance*, textes réunis par E. Faye, Paris, Champion, 1999.

Boas, M., *Bacon and Gilbert*, in «Journal of the History of Ideas», vol. 12, 1950.

Bonicalzi, F., *La ragione e il metodo nell'epoca della scienza moderna*, in *La ragione e il metodo. Immagini della scienza nell'arte italiana dal 16° al 19° secolo*, a cura di M. Bona Castellotti, E. Gamba, F. Mazzocca, Milano, Electa, 1999, pp. 33-41.

Bonicalzi, F., *Il luogo della memoria*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 559-606.

Borghero, C., «*Méthode*» et «*Géométrie*»: *interpretazioni seicentesche della logica cartesiana*, «Rivista di filosofia», LXXIX, 1988, pp. 25-58.

Borghero, C., *La corrispondenza, il testo, il laboratorio. Riflessioni a conclusione di un convegno*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 715-724.

Borghero, C., *L'affaiblissement de l'analyse de Descartes à Kant*, in *Descartes en Kant*, sous la direction de M. Fichant et J.-L. Marion, Paris, 2006.

Bos, E.-J., Van Otegem, M., Verbeek, Th., *Notes sur la correspondance de Descartes*, in «Archives de Philosophie», vol. 65, 2002, pp. 5-14.

Bos, E.-J., *Two Unpublished Letters of René Descartes: On the Printing of the Meditations and the Groningen Affair*, «Archiv für Geschichte der Philosophie», vol. 92, 2010, 3, pp. 290-302.

Bos, E.-J., Verbeek, Th., *Conceiving the Invisible. The Role of Observation and Experiment in Descartes's Correspondence, 1630-1650*, in D. van Miert (ed.), *Observation in Early Modern Letters*. [Forthcoming].

Bostreggi, D., *Spinoza e Veermer: note sull'immaginazione*, in *Materiali per una storia e teoria dell'immaginazione*, Quaderni dell'istituto di Filosofia – Urbino, vol. 6, 1999, pp. 155-167.

Boutroue, M.-É., *Le cabinet d'Ulisse Aldrovandi et la construction du savoir*, in *Curiosité et cabinets de curiosités*, Neuilly, Atlande, 2004, pp. 43-63.

Brockliss, L.W.B., *Medical teaching at the University of Paris, (1600-1720)*, «Annals of Science», XXXV, 1978, pp. 221-251.

Bruyère-Robinet, N., *Dialectique, méthode et 'Regulae' de Descartes*, in *Méthode et dialectique dans l'oeuvre de La Ramée, Renaissance et Âge Classique*, Paris, 1984, pp. 385-394.

Bucciantini, M., *Praga 1610: Galileo, Kepler, Hasdale. Con un'appendice di documenti inediti*, «Giornale critico della filosofia italiana», vol. VIII/anno XCI, 2012, 2, pp. 234-245.

Buccolini, C., *Quod vitae sectabor iter? Sogni del '19 e immagini di Descartes da Baillet a Brucker*, in *Immagini filosofiche e interpretazioni storiografiche del cartesianesimo*, a cura di C. Borghero e A. Del Prete, Firenze, Le Lettere, 2011, pp. 105-140.

Busacchi, V., *La chiamata di Cartesio alla cattedra eminente di teorica della medicina nello studio di Bologna nel 1633*, «Pagine di storia della medicina», vol. 11, 1967, pp. 9-13.

Buzon, F., de, *La Mathesis des Principia: remarques sur II, 64*, in *Descartes:*

Principia philosophiæ (1644-1994), a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, 1996, pp. 303-320.

Canziani, G., *La politica nelle lettere di Descartes a Elisabetta, Chanut e Brasset*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 493-526.

Canziani, G., *Dalla macchina vivente all'uomo. Note sulla teoria cartesiana delle percezioni*, in *Immagini del corpo in età moderna*, a cura di P. Giacomoni, Trento, 1994, pp. 131-166.

Caroti, S., *Filosofia e scienza della natura nel Medioevo e nel Rinascimento*, in *Storia delle scienze. Le scienze fisiche e astronomiche*, a cura di W. Shea, Torino, Einaudi, 1992, vol. 2, pp. 110-147.

Carraud, V., *Nota sugli spazi immaginari, immaginabili e intelligibili in Descartes, Pascal e Malebranche*, «Discipline Filosofiche», 1993, n° 2, pp. 101-137.

Cavaillé, J.P., *Descartes et les sceptiques modernes: une culture de la tromperie*, in *Le Scepticisme au XVIe et au XVIIe siècle*, Paris 2001, pp. 334-348.

Cerrato, F., *Il concetto di causa nel Tractatus Theologico-politicus di Spinoza*, «Dianoia», vol. 9, 2004, pp. 93-119.

Charles-Daubert, F., *Libertinage et érudition. Peiresc relais de l'Europe savante*, in *Peiresc ou la passion de connaître*, textes réunis par A. Reinbold, Paris, Vrin, 1990, pp. 41-59.

Cimino, G., *Teoria del sistema nervoso e ottica fisiologica in Descartes*, in *Descartes: il metodo e i saggi*, Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione del *Discours de la Méthode* e degli *Essais*, a cura di G. Belgioioso, G. Cimino, P. Costabel, G. Papuli, Roma, Treccani, 1990, pp. 247-272.

Clarke, D., *Physique et métaphysique chez Descartes*, «Archives de Philosophie», 43, 1980, pp. 465-486.

Clarke, D., *The Discourse and Hypotheses*, in *Descartes: il metodo e i saggi*, Atti del Convegno per il 350° anniversario della pubblicazione del *Discours de la Méthode* e degli *Essais*, a cura di G. Belgioioso, G. Cimino, P. Costabel, G. Papuli, Roma, Treccani, 1990, pp. 201-209.

Clarke, D., *Descartes's Use of 'Demonstration' and 'Deduction'*, in *René Descartes. Critical Assessments*, Moyal, G.J.D., (ed.), London, Routledge, 1991, pp. 237-247.

Clarke, D., *The Concept of Experience in Descartes's Theory of Knowledge*, in *René Descartes. Critical Assessments*, Moyal, G.J.D., (ed.), London, Routledge, 1991, pp. 455-472.

Clavelin, *Galilée, Descartes, et la nouvelle vision du monde*, «Galilæana. Journal of Galilean Studies», a. IX, 2012, pp. 3-28.

Clericuzio, A., *Spiritus vitalis. Studio sulle teorie fisiologiche da Fernel a Boyle*, «Nouvelles de la République des lettres», 1988, 2, pp. 33-84.

Cosenza, P., *La "consequentia" nelle Regulæ di Descartes*, «Rivista di Filosofia Neoscolastica», vol. 75, 1983, pp. 200-222.

Costabel, P., *Les Regulæ et l'actualité scientifique de leur temps*, «Les Etudes Philosophiques», 31, 1976, 4, pp. 415-423.

Costabel, P., *Les Essais de la Méthode et la réforme mathématique*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 213-226.

Costabel, P., *La réception de la Géométrie et les disciples d'Utrecht*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 59-64.

Cristofolini, G., *L'iconografia aldrovandiana e il progresso della botanica nel XVI secolo*, in *Natura Picta. Ulisse Aldrovandi*, a cura di A. Alessandrini, A. Ceregato, Bologna, Compositori, 2007, pp. 39-41.

Crombie, A.C., *A propos de la Dioptrique: l'expérience dans la philosophie naturelle*

de

Descartes, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, Paris, 1988, pp. 65-79.

Curley, E.M., *Cohérence ou incohérence du Discours?*, in *Le Discours et sa Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 41-64.

Davis, K., *Gatekeeping. Who Defined 'Useful Knowledge' in Early Modern Times?*, «History of Technology», vol. 31, 2012, pp. 69-88.

Del Prete, A., *Né con Descartes né con Malebranche: l'antropologia di Pierre-Sylvain Régis*, in *L'umanesimo scientifico dal Rinascimento all'Illuminismo*, a cura di L. Bianchi e G. Paganini, Atti del Convegno, Napoli, Liguori, 2010, pp. 119-133.

Delia, L., *Generosità e parricidio. Descartes e l'Horace di Corneille*, «Dianoia», vol. 11, 2006, pp. 113-139.

Doney, W., *Descartes's Conception of Perfect Knowledge*, «Journal of the History of Philosophy», vol. VIII, 1970, 4, pp. 387-404.

Donna, D., *Induzione ed enumerazione in Descartes. Metodo dimostrativo e scoperta scientifica*, «Dianoia», vol. 15, 2010, pp. 121-145.

Dunn, K., *"A Great City Is a Great Solitude": Descartes's Urban Pastoral*, «Yale French Studies», vol. 80, 1991, pp. 93-107.

Elena, A., *Baconianism in the Seventeenth-century Netherlands: A Preliminary Survey*, «Nuncius», 1991, pp. 33-47.

Eco, U., *L'antiporfirio*, in *Il pensiero debole*, a cura di G. Vattimo e P.A. Rovatti, Milano, Feltrinelli, 1983, pp. 55-80.

Farina, P., *Il corpuscolarismo di Henricus Regius: materialismo e medicina in un cartesiano olandese del Seicento*, in U. Baldini, G. Zanier, P. Farina, F. Trevisani, *Ricerche sull'atomismo del Seicento*, Firenze, La Nuova Italia, 1977, pp. 119-178.

Fattori, M., *"Phantasia" nella classificazione baconiana delle scienze*, in *Francis*

Bacon. *Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, seminario internazionale, Roma, 11-13 marzo 1984, a cura di M. Fattori, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1984, pp. 117-137.

Fattori, M., *La stratégie épistolaire de la Respublica literaria*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 49-80.

Fattori, M., *Fortin de la Hoguette tra Francis Bacon e Marin Mersenne: intorno all'edizione francese del De Augustis scientiarum (1624)*, in ID., *Linguaggio e filosofia nel seicento europeo*, Firenze, Olschki, 2000.

Fattori, M., *Experientia – experimentum: un confronto tra il corpus latino e inglese di Francis Bacon*, in *Experientia*, a cura di Veneziani, M., Lessico intellettuale Europeo, Firenze, Olschki, 2002, pp. 243-258.

Fattori, M., «*Qui de natura tanquam de re explorata pronuntiare ausi sunt...*». *Il nuovo studio della natura proposto da Francis Bacon*, in *Natura*, a cura di Giovannozzi, D., Veneziani, M., Lessico intellettuale europeo, Firenze, Olschki, 2008.

Febvre, L., *De l'à peu près à la précision en passant par ouï-dire*, in Id., *Au cœur religieux du XVI^e siècle*, Paris, Sevpen, 1957, pp. 293-300.

Feher, M., *Las encrucijadas de la matematizacion de la naturaleza en el siglo XVII*, «*Sylva Clus*», 2, 1988, n° 4, pp. 3-13.

Federici Vescovini, G., *Descartes et les sciences curieuses: le raisonnement ex suppositione et le Moyen Âge*, in *Descartes et le Moyen Age*, Actes du Colloque organisé à la Sorbonne du 4 au 7 juin 1996, édités par J. Biard, R. Rashed, Paris, Vrin, 1997, 119-138.

Findlen, P., *Disciplining the Discipline: Francis Bacon and the Reform of Natural History*, in *History and the Disciplines in Early Modern Europe*, ed. by D. Kelley, Rochester, University of Rochester Press, 1997, pp. 239-260.

Findlen, P., *Natural History*, in *The Cambridge History of Science*, 3. *Early Modern Science*, ed. by K. Park, L. Daston, 2000, pp. 435-468.

Foti, V.M., *Descartes' intellectual and corporeal memories*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, London, Routledge, 2001, pp. 591-603.

Frankfurt, H., *Les désordres du rationalisme*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 395-411.

French, R., *Harvey in Holland: Circulation and the Calvinists*, in *The Medical Revolution Seventeenth Century*, ed. by R. French and A. Wear, Cambridge, Cambridge University Press, 1989, pp. 46-87.

Fumaroli, M., *Ego scriptor: rhétorique et philosophie dans le Discours de la Méthode*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 31-46.

Gabbey, A., *Descartes's Physics and Descartes's Mechanics: Chicken and Egg?*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, New York-Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 311-323.

Gabbry, A., *The Principia philosophiæ as a Treatise in Natural Philosophy*, in *Descartes: Principia Philosophiæ (1644-1994)*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 517-529.

Gadoffre, G., *Le Discours de la Méthode et l'histoire littéraire*, «French Studies», vol. 2, 1948, 4, pp. 301-314.

Gadoffre, G., *La cronologie des six parties*, in *Le Discours et sa Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 19-40.

Garber, D., Cohen L., *A point of order : analysis, synthesis, and Descartes' Principles*,

«Archiv für Geschichte der Philosophie», 64, 1982, pp. 136-145.

Garber, D., *Descartes et la méthode en 1637*, in *Le Discours et sa méthode*, Paris, 1987.

D. Garber, *Descartes, les Aristotéliens et la révolution qui n'eut pas lieu en 1637*, in *Problématique et réception du Discours de la Méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, Vrin, 1988, pp. 199-212.

Garber, D., *Descartes, or the cultivation of the intellect*, in *Philosophers and Education*, ed. by A.

Rorty, Londres, 1998, pp. 124-138

Garber, D., *Descartes and Experiment in the Discourse and Essays*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 288-310

Garber, D., *J.B. Morin and the Second Objections*, in *Descartes and His Contemporaries. Meditations, Objections, and Replies*, ed. by R. Ariew, M. Grene, Chicago, The University of Chicago Press, 1995, pp. 63-82.

Garber, D., *Descartes on Knowledge and Certainty: from the Discours to the Principia*, in *Descartes: Principia Philosophiae (1644-1994)*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 341-363.

Garber, D., *Jean-Baptiste Morin and Descartes' Principia*, in *Descartes: Principia Philosophiae (1644-1994)*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 685-699.

Garber, D., *A different Descartes: Descartes and the Program for a Mathematical Physics in the Correspondence*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 193-216.

Gargani, A.G., *Funzione dell'immaginazione e modelli della spiegazione scientifica in Harvey e Descartes*, «Rivista critica di storia della filosofia», vol. 25, 1970, 3, pp. 250-274.

Gaukroger, S., *The resources of a mechanist physiology and the problem of goal-directed processes*, in *Descartes' Natural Philosophy*, cit., pp. 383-400.

Georges-Berthier, A., *Le Mécanisme Cartésien et la physiologie au XVII^e siècle*, «Isis», vol. 3, 1920, 1, pp. 37-89.

Gewirth, A., *Clearness and Distinctness in Descartes*, «Philosophy», 18, 1943, pp. 17-36.

Gewirth, A., *Experience and the Non-mathematical in the Cartesian Method*, René Descartes. *Critical Assessments*, Moyal, G.J.D., (ed.), London, Routledge, 1991, pp. 433-454.

Giancotti, E., *Philosophie et méthode de la philosophie dans les polémiques sur Descartes entre le XVII^e siècle et le XVIII^e siècle*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 283-299.

Gilson, É., *Météores cartésiens et météores scolastiques*, in ID., *Etudes sur le rôle de la pensée médiévale dans la formation du système cartésien*, Paris, Vrin, 1951, pp. 101-137.

Ginzburg, L., *La doppia memoria. Alcune note in margine a un problema cartesiano*, «Discipline Filosofiche», 1993, n° 2, pp. 139-154.

Giusti, E., *La Geometrie e i matematici contemporanei*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 217-234.

Giusti, E., *Le leggi dell'urto dei corpi duri nei «Principia» di Descartes*, «Giornale critico della filosofia italiana», vol. VIII/anno XCI, 2012, 2, pp. 266-284.

Gonthier T., *Union de l'âme et du corps ou unité de l'homme? Autour de la démonstration de l'union dans la Sixième Méditation*, in *Union et distinction de l'âme et du corps: lectures de la VI^e Méditation*, Paris, 1998.

Gooding, D., *'Magnetic curves' and the magnetic field: experimentation and representation in the history of a theory*, in *The uses of experiment. Studies in the*

natural sciences, ed. by D. Gooding, T. Pinch, S. Schaffer, Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, Cambridge University Press, 1989, pp. 183-225.

Gori, G., *L'eraclitismo da Montaigne a Descartes*, «Lecture cartesiane», Bologna, 2002.

Grene, M., *The Heart and Blood: Descartes, Plemp, and Harvey*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, New York-Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 324-336.

Gregory, T., *Il libertinismo nella prima metà del Seicento*, in *Ricerche su letteratura libertina e letteratura clandestina nel Seicento*, Atti del Convegno 30 ottobre-1 novembre 1980, a cura di T. Gregory, Firenze, La nuova Italia, 1981.

Grene, M., *The Heart and the Blood: Descartes, Plemp and Harvey*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 324-336.

Grene, M., *Descartes and the Heart Beat: A Conservative Innovation*, in *Wrong for the Right Reasons*, ed. by J.Z. Buchwald and A. Franklin, Dordrecht, Springer, 2005, pp. 91-97.

Guenancia, P., *La signification de la technique dans le Discours de la méthode*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 213-223.

Guenancia, P., *L'expérience chez Descartes*, in *Expérience et conscience*, Arles, 2004.

Gueroult, M., *De la méthode prescrite par Descartes pour comprendre sa philosophie*, «Archiv für Geschichte der Philosophie», 44, 1962, pp. 172-184.

Hallyn, F., *L'écriture de l'emphase dans Le Monde de Descartes*, in *L'écriture du texte scientifique. Des origines de la langue française au XVIII^e siècle*, Thomasset, C., (ed.), Paris, PUPS, 2006, pp. 223-246.

Heilbron, J.L., *The bizzarrie of the Dialogo: Myth, Marvel, and Make-Believe in*

Galileo's Force-Free Physics, «Galilæana. Journal of Galilean Studies», a. IX, 2012, pp. 29-64.

Henry, M., *Descartes et la question de la technique*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350^e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 285-301.

Hintikka, J., *Cogito, ergo sum: inference or performance?*, in *Cartesio*, G. Gori (Ed.), 1984, pp. 143-178.

Hiramatsu-Hiromitsu, H., *En quel sens la physique cartésienne pourrait-elle être qualifiée de 'mathématique'?*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, Atti del convegno per il 350° anniversario della pubblicazione dell'opera, a cura di J.-R. Armogathe e G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 365-380.

Kambouchner, D., *Descartes et le problème de la culture*, «Bulletin de la Société française de philosophie», 1998, pp. 1-48.

Kambouchner, D., *La subjectivité morale dans Les passions de l'âme*, in *Descartes et la question du sujet*, K. S. Ong-Van-Cung (ed.), Paris, 1999, pp. 111-131.

Kambouchner, *Morale des lettres, morale des Passions*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 541-558.

Kambouchner, D., *Remarques sur la définition cartésienne de la clarté et de la distinction*, in *Les facultés de l'âme à l'âge classique*, Paris, 2006.

Kambouchner, D., *L'humanisme cartésien: un mythe philosophique?*, in *L'umanesimo scientifico dal Rinascimento all'Illuminismo*, a cura di L. Bianchi e G. Paganini, Atti del Convegno, Napoli, Liguori, 2010, pp. 75-89.

Keeling, S.V., *Le réalisme de Descartes et le rôle des natures simples*, «Revue de Métaphysique et de morale», 1937, pp. 63-99.

Kobayashi, M., *La position de la philosophie naturelle du Discours dans les œuvres de Descartes*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*,

textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 225-236.

Kobayashi, M., *L'articulation de la physique et de la métaphysique dans les Principia*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, Atti del convegno per il 350° anniversario della pubblicazione dell'opera, a cura di J.-R. Armogathe e G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 381-408.

Kolesnik, D., *Comme un pilote en son navire: Arnauld lecteur de la Sixième Méditation*, in *Union et distinction de l'âme et du corps: lectures de la VI^e Méditation*, Paris, 1998.

Lamore, C., *L'explication scientifique*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 109-128

Landucci, S., *La «coscienza» in Cartesio*, «Rivista di Filosofia», 86, 1995, pp. 327-353.

B. Lavillatte, B., *Magia naturale e territorio dell'esperienza nel Rinascimento*, in *L'uomo e la natura nel Rinascimento*, a cura di L. Rotondi Secchi Tarugi, Milano, Nuovi Orizzonti, 1996, pp. 47-64.

Lenoble, R., *Origines de la pensée scientifique moderne*, in *Histoire de la science*, Paris, 1957, pp. 495-500.

Lojacono, E., *Descartes curioso. Qualche considerazione sulla Correspondance de Descartes: per una migliore comprensione degli Essais e per un'altra immagine dell'autore*, in *Descartes: il Discorso sul metodo e i Saggi*, Atti del Convegno, a cura di G. Belgioioso, G. Cimino, P. Costabel, G. Papuli, Roma, Treccani, 1990, pp. 77-104.

Lojacono, E., *L'attitude scientifique de Descartes dans les Principia*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, Atti del convegno per il 350° anniversario della pubblicazione dell'opera, a cura di J.-R. Armogathe e G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 409-434.

Lojacono, E., *Quale la Cultura dominante a La Flèche negli anni della prima*

formazione di René Descartes, in *La biografia Intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso e C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 671-695.

Long, P.O., *Trading Zones: arenas of Exchange during the Late-Medieval/Early Modern Transition to the New Empirical Sciences*, «History of Technology», vol. 31, 2012, pp. 5-25.

Macdonald, P.S., *Descartes: The Lost Episodes*, «Journal of History of Philosophy», vol. 40, 2002, 4, pp. 437-460.

Malherbe, M., *L'induction baconienne: de l'échec métaphysique à l'échec logique*, in *Francis Bacon. Terminologia e fortuna nel XVII secolo*, seminario internazionale, Roma, 11-13 marzo 1984, a cura di M. Fattori, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1984, pp. 179-200.

Manning, G., *Descartes and the Bologna affair*, [Forthcoming].

Manzini, F., *Comme un pilote en son navire*, *Bulletin Cartésien XXXI*, «Archives de philosophie», 66, 2003, pp. 163-169.

Marcialis, M.T., *Sensibilità e automatismo negli animali-macchina cartesiani*, «Rivista di storia della filosofia», 2011, 4, pp. 603-631.

Marion, J.-L., *Ordre et relation. Sur la situation aristotélicienne des "Regles V et VI"*, «Archives de Philosophie», 37, 1974, pp. 243-274.

Marion, J.-L., *La situation métaphysique du Discours de la Méthode*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 365-394.

Marion, J.-L., *Ouverture. Descartes aujourd'hui*, in *Problématique et réception du Discours de la Méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, Vrin, 1988.

Marion, J.-L., *La «Règle générale» de vérité. Meditatio III, AT VII, 34-36*, in *Lire Descartes aujourd'hui*, Louvain-Paris, 1997.

Marrone, F., *Descartes e il disegno della fondazione*, in *Studi Cartesiani*, Lecce, 1999, pp. 239-301.

Marrone, S., *Contexts, emergence and issues of Cartesian geometry: in honour of Henk Bos'2 70th birthday*, «*Historia mathematica*», vol. 37, 2010, 3, pp. 341-546.

Martineau, E., *L'ontologie de l'ordre*, «*Les Études philosophiques*», 31, 1976, 4, pp. 475-494.

Martinet, M., *Science et hypothèses chez Descartes*, «*Archives internationales d'histoire des sciences*», vol. 24, 1974, pp. 319-339.

Martin, C., *With Aristotelians like these, who needs anti-Aristotelians? Chymical corpuscular matter theory in Cabeo's Meteorology*, «*Early Science and Medicine*», vol. 11, 2006, pp. 135-161.

Martini, M., *Aspetti dell'etica nella corrispondenza con Elisabetta*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 527-540.

Meschini, F.A., *Materiali per un'analisi comparata del testo latino e francese dei Principia*, in *Descartes: Principia Philosophiæ (1644-1994)*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 577-602.

Meschini, F.A., *Jean Cousin e un dibattito poco conosciuto sul conarion*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 627-644.

Missaglia, G., *Il possibile e l'impossibile in Descartes*, «*Rivista di storia della filosofia*», vol. XLVII, 1992, pp. 527-553.

Miller, P.N., *An Antiquary between Philology and History. Peiresc and the Samaritans*, in *History and the Disciplines. The Reclassification of Knowledge in Early Modern Europe*, ed. by D.R. Kelley, pp. 163-184.

Miwa, M., *Rhétorique et dialectique dans le Discours de la Méthode*, in

Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 47-55.

Monnoyer, M., *La pathétique cartésienne*, in *Descartes. Les passions de l'âme*, Paris, Gallimard, 1988.

Morris, K., *Bêtes.machines*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, London and New York, Routledge, 2000, pp. 401-419.

Morris, J., *Descartes and Probable Knowledge*, in *René Descartes. Critical Assessments*, Moyal, G.J.D., (ed.), London, Routledge, 1991, pp. 529-540.

Moyal, G., *Les structures de la vérité chez Descartes*, «Dialogue», 26, 1987, pp. 465-490.

Muglioni, J.M., *La propédeutique mathématique de Descartes*, «Cahiers philosophiques», 58, 1994, pp. 7-49.

Nadler, S., *Deduction, confirmation and the laws of nature in Descartes' Principia Philosophiae*, «Journal of the History of Philosophy», vol. 28, 1990, pp. 359-383.

Napolitani, P.D., *La geometrizzazione della realtà fisica: il peso specifico in Ghetaldi e in Galileo*, «Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche», vol. VIII, 1988, 2, pp. 139-237.

Ndiaye, A.R., *La réception du Discours et des Essais chez Arnauld*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 239-246.

Neri, L., *Spazio e rappresentazione dello spazio in Descartes*, «Giornale critico della filosofia italiana», XV, 1995, pp. 341-375.

Newman, W.R., *Alchemy, Assaying, and Experiment*, in *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*, ed. by F.L. Holmes, T.H. Levere, Cambridge-London, MIT Press, 2000, pp. 35-54.

Olivo, G., *L'évidence en règle. Descartes, Husserl et la question de la mathesis*

universalis, «Les Études philosophiques», 1/2, 1996, pp. 189-221.

Olivo, G., *L'efficiencia en cause: Suarez, Descartes et la question de la causalité*, in *Descartes et le Moyen Age*, Actes du Colloque organisé à la Sorbonne du 4 au 7 juin 1996, édités par J. Biard, R. Rashed, Paris, Vrin, 1997, pp. 91-105.

Olmi, G., «*Molti amici in varii luoghi*». *Studio della natura e rapporti epistolari nel secolo XVI*, «Nuncius», vol. 6, 1991, pp. 3-31.

Olmi, G., *Il museo o «microcosmo di natura»*, in *Natura Picta. Ulisse Aldrovandi*, a cura di A. Alessandrini, A. Ceregato, Bologna, Compositori, 2007, pp. 19-37.

Paganini, G., «*Passionate thought*». *Ragione e passioni in Thomas Hobbes*, «Giornale critico della filosofia italiana», vol. VIII/anno XCI, 2012, 2, pp. 248-265.

Pagel, W., *Van Helmont's Concept of Disease – To Be or Not To Be? The influence of Paracelsus*, «Bulletin of the History of Medicine», XLVI, 1972.

Pala, A., *L'esperienza come cognitio veritatis*, «Descartes e l'eredità cartesiana nell'Europa Sei-settecentesca», Atti del convegno «Cartesiana 2000», Cagliari, 2000.

Panichi, N., *La vendetta di Circe. Montaigne, gli animali e l'«l'ordre de nature»*, «Bruniana & Campanelliana», vol. XVII, 2011, n° 1, pp. 117-128.

Pantin, I., *L'Institutio astronomica de Pierre Gassendi et la vulgarisation des arguments coperniciens après la condamnation de Galilée*, «Galilæana. Journal of Galilean Studies», a. IX, 2012, pp. 65-90.

Papillault, G., *L'origine de René Descartes*, «Bulletin de la Société française d'histoire de la médecine», vol. 21, 1927.

Perler, D., *Descartes, critique de la théorie médiévale des species*, in *Descartes et le Moyen Age*, Actes du Colloque organisé à la Sorbonne du 4 au 7 juin 1996, édités par J. Biard, R. Rashed, Paris, Vrin, 1997, pp. 141-154.

Perrone Compagni, V., *Natura maga. Il concetto di natura nella discussione rinascimentale sulla magia*, in *Natura*, pp. 243-267.

Petrescu, L., *Descartes on the heartbeat: the Leuven affair*, «Perspective on Science», [forthcoming].

Pintard, R., *Descartes et Gassendi*, «Travaux du Congrès Descartes», 1937, t. II.

Pomian, K., *Les cartésianisme, les érudits et l'histoire*, in *Archiwum historii filozofii i mysli społecznej*, vol. 12, 1966, pp.175-204

Pomian, K., *Histoire naturelle: de la curiosité à la discipline*, in *Curiosité et cabinets de curiosités*, textes réunis et présentés par P. Marin et D. Moncond'huy, Neuilly, Atlande, 2004.

Principe, L.M., *Apparatus and Reproducibility in Alchemy*, in *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*, ed. by F.L. Holmes, T.H. Levere, Cambridge-London, MIT Press, 2000, pp. 55-74.

Renault, L., *Descartes et les théories médiévales de l'abstraction. Quelques points de repères*, in *Descartes et le Moyen Age*, Actes du Colloque organisé à la Sorbonne du 4 au 7 juin 1996, édités par J. Biard, R. Rashed, Paris, Vrin, 1997, pp. 199-214.

Ricci, R., *Verità e durata. La teoretica del tempo in Descartes*, «Discipline Filosofiche», 1993, n° 2, pp. 155-188.

Riverso, E., *Dall'uomo microcosmo all'uomo macchina*, in *Immagini del corpo in età moderna*, a cura di P. Giacomoni, Trento, Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Scienze Filologiche e Storiche, 1994, pp. 25-71.

Roberts, L., *The Circulation of Knowledge in Earlu Modern Europe: Embodiment, Mobility, Learning and Knwowing*, «History of Technology», vol. 31, 2012, pp. 47-68.

Robinet, A., *Dialectiques et Regulæ: lieux et comcepts*, in *Descartes et le Moyen Age*, Actes du Colloque organisé à la Sorbonne du 4 au 7 juin 1996, édités par J. Biard, R. Rashed, Paris, Vrin, 1997, pp. 231-241.

Rochot, B., *Les vérités éternelles dans la querelle entre Descartes et Gassendi*, «Revue philosophique», avril-juin 1951.

Rochot, B., *Gassendi et la «logique de Descartes»*, «Revue Philosophique de la France et de l'Étranger», vol. 80, 1955, pp. 300-308.

Röd, W., *L'argument du rêve dans la doctrine cartésienne de l'expérience*, «Les Études philosophiques», 1976, pp. 461-473.

Röd, W., *L'explication rationnelle entre méthode et métaphysique*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350^e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. 89-108.

Röd, W., *Il concetto di legge naturale nel quadro della metafisica dei Principia*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, Atti del convegno per il 350^o anniversario della pubblicazione dell'opera, a cura di J.-R. Armogathe e G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 435-450.

Rodis-Lewis, G., *Machineries et Perspectives curieuses dans leurs rapports avec le Carésianisme*, in «XVII^e siècle», 1956, pp. 462-474.

Rodis-Lewis, G., *Le dernier fruit de la métaphysique cartésienne: la générosité*, «Les Etudes Philosophiques», 6, 1987, pp. 43-54.

Rodis-Lewis, G., *Descartes et les mathématiques au collège. Sur une lecture possible de J.-P. Camus*, in *Le Discours et sa méthode*, sous la direction de N. Grimaldi, J.-L. Marion, Colloque pour le 350^e anniversaire du *Discours de la Méthode*, Paris, PUF, 1987, pp. , pp. 187-211.

Rodis-Lewis, G., *L'accueil fait aux Météores*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 99-108.

Rodis-Lewis, G., «*L'alto e il basso*» e i sogni di Descartes, «Rivista di filosofia», vol. 80, 1989, 2, pp. 189-214.

Rodis-Lewis, G., *Doute pratique, doute spéculatif chez Montagne et Descartes*, «Revue Philosophique», 4/1992, pp. 439-449.

Rodis-Lewis, G., *Gli ultimi scritti di Descartes*, «Discipline Filosofiche», 1993, n° 2,

pp. 15-42.

Rodis-Lewis, G., *Descartes: sa vocation et son caractère*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 663-670.

Rossi, P., *La memoria artificiale come sezione della logica in Cartesio*, in «Rivista critica di storia della filosofia», XV, 1960, 1.

Rossi, P., *Society, Culture and the Dissemination of Learning*, in *Science, Culture and Popular Belief in Renaissance Europe*, ed. by S. Pumfrey, P. Rossi, M. Slawinski, Manchester, Manchester University Press, 1991, pp. 143-175.

Rothschuh, K., *Henricus Regius and Descartes: Neue Einblicke in die frühe Physiologie (1640-1641) des Regius*, «Archives Internationales d'Histoire des Sciences», vol. 21, 1968, pp. 39-66.

Santinelli, C., «Imago in phantasia depicta...». *Immaginazione corporea e pensiero immaginativo nell'opera di Cartesio*, in *Materiali per una storia e teoria dell'immaginazione*, Quaderni dell'istituto di Filosofia – Urbino, vol. 6, 1999, pp. 99-153.

Sarasohn, L.T., *Nicola-Claude Fabri de Peiresc and the Patronage of the New Science in the Seventeenth Century*, «Isis», vol. 84, 1993.

Schiavo, P., *Sapienza e scetticismo: Montaigne e il riso di Democrito*, «Dianoia», n. 9, 2004, pp. 59-91.

Scribano, E., *Descartes et les vraies et fausses idées*, «Archives de Philosophie», vol. 64, 2001, 2, pp. 259-278.

Scribano, E., *L'inganno divino nelle Meditazioni di Descartes*, «Rivista di Filosofia», 90, 1999, 2, pp. 219-251.

Schmaltz, T.M., *Platonism and Descartes'View of Immuatable Essences*, «Archiv für Geschichte der Philosophie», 73, 1991, pp. 129-170.

Sepper, D.L., *Ingenium, Memory Art, anche the Unity of Imaginative Knowing in the Early Descartes*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, S. Voss (ed.), New York/Oxford, 1993, pp. 142-161.

Seris, J.-P., *Language and Machine in the Philosophy of Descartes*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, New York-Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 177-192.

Serrurier, C., *Descartes, l'homme et le croyant*, in *Descartes et le cartésianisme hollandais*, éd. par E.J. Dijksterhuis et all., Paris, PUF, 1950, pp. 48-49.

Shea, W., *Descartes And The French Artisan Jean Ferrier*, «Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze», vol. VII, 1982, n° 2, pp. 145-160.

Shea, W., *The Difficult Path to Inertia: the Cartesian Step*, in *Descartes: Principia philosophiæ (1644-1994)*, Atti del convegno per il 350° anniversario della pubblicazione dell'opera, a cura di J.-R. Armogathe e G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 451-470.

Soldano, A., *Il primo botanico italiano*, in *Natura Picta. Ulisse Aldrovandi*, a cura di A. Alessandrini, A. Ceregato, Bologna, Compositori, 2007, pp. 49-52.

Sloan, P.R., *Descartes, the sceptics, and the Rejection of Vitalism in Seventeenth-Century Physiology*, «Studies in History and Philosophy of Science», vol. 8, 1977, 1, pp. 1-28.

Sorell, T., *Morals and Modernity in Descartes*, in *The Rise of Modern Philosophy. The Tension between the New and Traditional Philosophies from Machiavelli to Leibniz*, ed. by T. Sorell, Oxford, Clarendon Press, 1993, pp. 273-288.

Spallanzani, M., *Sull'albero enciclopedico delle conoscenze. Una Classificazione del sapere tra Bacon e Descartes*, «Rivista critica di storia della filosofia», XXXVII, 1982, 3, pp. 307-324.

Spallanzani, M., *Bis bina quatuor*, «Rivista di filosofia», LXXXII, 1991, 2, pp. 301-317.

Spallanzani, M., *Luoghi della filosofia. «La librairie» di Montagne, le «poësle» di Descartes*, «Rivista di storia della filosofia», 1996, 3, pp. 613-640.

Spallanzani, M., *'La vita ritirata' del filosofo: le lettere di Descartes a Guez de Balzac e a Elisabetta di Boemia*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 457-492.

Spallanzani, M., *Nihil est veritate antiquius. Descartes e gli antichi*, «Descartes e l'eredità cartesiana nell'Europa Sei-settecentesca», Atti del convegno «Cartesiana 2000», Cagliari, 2000.

Spallanzani, M., *Dal "Dictionnaire" dei sogni di Descartes al Dictionnaire raisonné di Diderot e d'Alembert*, in *I sogni della conoscenza*, a cura di D. Galligani e M. Tagliani, Firenze, Centro Editoriale Toscano, 2000, pp. 19-52.

Spallanzani, M., *Philosophes, Doctes et Pédants. L'histoire de la philosophie dans la Lettre de Descartes à l'Abbé Picot*, «Materia actiosa. Antiquité, Age classique, Lumières. Mélanges en l'honneur d'Olivier Bloch», sous la direction de M. Benitez, A. McKenna, G. Paganini e J. Salem, Paris, Champion, 2000, pp. 107-119.

Spallanzani, M., *Parler plus dignement de Dieu. Descartes et les noms de Dieu*, in «Actes du Colloque LE NOM PROPRE», Université de Paris X-Nanterre, octobre 2002.

Spallanzani, M., *Possible, nécessaire et vrai. Descartes et la nécessité de la physique*, «Corpus», n. 43, 2003, pp. 371-395.

Spallanzani, M., *Liaison, enchaînement, série. Descartes et les figures de la vérité*, in «Mélanges en honneur de Jean Dagen», Paris, Champion, 2004.

Spallanzani, M., *Les chaînes et les arbres. Les renvois des ordres dans l'Encyclopédie*, in «CORPUS», vol. 51, 2006, pp. 43-83.

Spallanzani, M., *"Le métier à bas est comme un seul et unique raisonnement"*. *L'Encyclopédie vers une philosophie de la machine*, «Archives internationales d'histoire des sciences», vol. 59, 2009, pp. 157-171.

Spallanzani, M., *Descartes e il "paradosso" degli Animali-Macchina*, «Bruniana & Campanelliana», vol. XVII, 2011, n° 1, pp. 185-195.

Spinoza, G., *Εμπειρία/experientia: modelli di 'prova' tra antichità, medioevo ed età cartesiana*, in *Experientia*, a cura di Veneziani, M., Lessico intellettuale Europeo, Firenze, Olschki, 2002, pp. 169-198.

Stabile, G., *Il concetto di esperienza in Galilei e nella scuola galileiana*, in *Experientia*, a cura di Veneziani, M., Lessico intellettuale Europeo, Firenze, Olschki, 2002, pp. 217-242.

Stabile, G., *L'idea di natura nella scienza del seicento*, in *Natura*, a cura di Giovannozzi, D., Veneziani, M., Lessico intellettuale europeo, Firenze, Olschki, 2008.

Steiner, G., *The Epistemic Status of Medicine in Descartes*, «International Philosophical Quarterly», vol. 51, 2011, n. 1, pp. 55-72.

Starobinski, J., *Descartes et la médecine*, «Synthèses», 7, 1953, pp. 333-338.

Sutton, J., *The body and the brain*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, London, Routledge, 2001, pp. 697-722.

Torrini, M., *Descartes e Galilei: due carteggi*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 81-92.

Trevisani, F., *La teoria corpuscolare in Cartesio: dal «Traité du Monde» ai «Principia»*, in *Ricerche sull'atomismo del Seicento*, a cura di , Firenze, La nuova Italia, 1977, pp. 181-223.

Trevisani, F., *Un corrispondente di Cartesio: alcune note su Lazare Meyssonier (1611/12-1673), medico e astrologo lionese e sulla sua Belle Magie (1699)*, «History and Philosophy of the Life Sciences», 1979, 2, pp. 285-308.

Van Berkel, K., *Descartes' debt to Beeckman. Inspiration, Cooperation, Conflict*, in S. Gaukroger, J. Shuster, J. Sutton, *Descartes' Natural Philosophy*, London and New York, Routledge, 2000, pp. 46-59.

Van de Pitte, F., *Descartes' Innate Ideas*, «Kant-Studien», 76, 1985, pp. 363-384.

Van de Pitte, F., *Intuition and Judgement in Descartes' Theory of Truth*, «Journal of the History of Philosophy», 26, 1988, pp. 453-470.

Verbeek, Th., *Tradition and Novelty: Descartes and Some Cartesians*, in *The Rise of Modern Philosophy. The Tension between the New and Traditional Philosophies from Machiavelli to Leibniz*, ed. by T. Sorell, Oxford, Clarendon Press, 1993, pp. 167-196.

Verbeek, Th., *Regius's Fundamenta Physices*, «Journal of the History of Ideas», 55, 1994, pp. 533-551.

Verbeek, Th., *Les Principia dans la culture néerlandaise du XVIIe siècle*, in *Descartes: Principia Philosophiæ (1644-1994)*, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, Napoli, Vivarium, 1996, pp. 701-712.

Verbeek, Th., *Gassendi et les Pays-Bas*, in *Gassendi et l'Europe (1592-1792)*, Actes du Colloque International «Gassendi et sa posterité», Murr, S., (ed.), Paris, Vrin, 1997, pp. 263-273.

Verbeek, Th., *Descartes et Regius: 'Juin 1642' autour de la lettre CCLXXX*, in *La biografia intellettuale di René Descartes attraverso la Correspondance*, Atti del Convegno, a cura di J.-R. Armogathe, G. Belgioioso, C. Vinti, Napoli, Vivarium, 1999, pp. 93-109.

Verbeek, Th., *The invention of nature. Descartes and Regius*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton, New York-London, Routledge, 2000, pp. 149-167.

Verbeek, Th., *Méthode: discussion ou itinéraire?*, in *Lecture cartesiane* a cura di M. Spallanzani, Bologna, 2003, pp. 109-133.

Verbeek, Th., *L'homme machine. Descartes, Boerhaave, La Mettrie*, in *Machina*, XI Colloquio Internazionale, Roma, 8-10 gennaio 2004, a cura di M. Veneziani, Firenze, Olschki, 2005, pp. 447-459.

Verbeek, Th., *Les passions et la fièvre: l'idée de la maladie chez Descartes et quelques cartésiens Néerlandais*, in «Tractrix: Yearbook for the History of Science, Medicine, Technology and Mathematics», 1, pp. 45-62.

Vérin, H., *La tecnologia nel parco: ingegneri e giardinieri nella Francia del Seicento*, in *L'architettura dei giardini d'Occidente dal Rinascimento al Novecento*, a cura di M. Mosser e G. Teyssot, Milano, Electa, 1990, pp. 131-142.

Vuillemin, J., *Note sur l'évidence cartésienne et le préjugé qu'elle implique*, «Revue des Sciences humaines», 1951.

Wagner, S.I., *Mind-Body Interaction in Descartes*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, New York-Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 115-127.

Weber, J.P., *La méthode de Descartes d'après les Regulae*, «Archives de Philosophie», vol. XXXV, 1972, pp. 51-60.

Werrett, S., *Wonders Never Cease: Descartes's Météores and the Rainbow Fountain*, «The British Journal for the History of Science», vol. XXXIV, 2001, pp. 129-147.

Whitaker, K., *The Culture of Curiosity*, in *Cultures of Natural History*, ed. by N. Jardine, J.A. Secord, E.C. Spary, Cambridge, Cambridge University Press, 1996, pp. 75-90.

Wiches, H.J., Crombie, A.C., *A propos de la Dioptrique. L'expérience dans la philosophie naturelle de Descartes*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 65-80.

Wilson, M.D., *Descartes on the Perception of Primary Qualities*, in *Essays on the Philosophy and Science of René Descartes*, ed. by S. Voss, New York-Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 162-176.

Wilson, C., *Descartes and the corporeal mind: some implications of the Regius affair*, in *Descartes' Natural Philosophy*, ed. by S. Gaukroger, J. Schuster, J. Sutton,

London, Routledge, 2001, pp. 659-679.

Zarka, Y.-C., *La matière et la représentation: Hobbes lecteur de la Dioptrique de Descartes*, in *Problématique et réception du Discours de la méthode et des Essais*, textes réunis par H. Méchoulan, Paris, 1988, pp. 81-90.