

ANDREA BERNARDONI\*

## **Gli elementi e la costituzione del mondo in Leonardo da Vinci**

### **Elements and the World Composition in Leonardo da Vinci's Notebooks**

**Summary** – This essay is focused on Leonardo's element conceptualization around 1504-1506. A definition in the *Arundel Codex* shows us Leonardo's intention to develop a theory which Aristotelian's elements are described in relation to their mass and its variation in term of density. This theory seems to be confirmed from a series of empirical observation and theoretical explanation of meteorological and geological phenomena. Leonardo did not have the theoretical instruments to go beyond its empirical observations and his theory, even so it brings to the extreme consequence the Aristotelian theory of motion and matter, remained inconsistent.

**Key words:** Element, rarity, density, continuity, discrete, elementata.

Il tema degli elementi e della costituzione del mondo è un argomento centrale della filosofia della natura di Leonardo e una sua trattazione esaustiva richiederebbe uno spazio maggiore. Nella consapevolezza delle difficoltà presentate dalla vastità dell'argomento il presente studio si limita ad analizzare il concetto di elemento che Leonardo sviluppa agli inizi del Cinquecento, ed in particolare si concentra su una definizione contenuta nel *Codice Arundel* che ha implicazioni filosofiche profonde sulla concezione leonardiana della realtà<sup>1</sup>.

Leonardo approfondisce i suoi studi sugli elementi come sostanze cosmiche a partire dalla metà anni novanta del Quattrocento quando si convince che tutti i fenomeni e i processi della natura devono sottostare ai principi della geometria e

\* Istituto e Museo di Storia della Scienza, Piazza dei Giudici 1, 50122 Firenze.  
E-mail: bernardoni@imss.fi.it

<sup>1</sup> Esistono vari studi sulla filosofia della natura di Leonardo qui proponiamo quelli che si sono concentrati maggiormente sul problema degli elementi: R. Hooykaas [5, pp. 163-169], M. Kemp [7, pp. 341-355], S.F. Taylor [23, pp. 151-161].

alle leggi della meccanica. Tuttavia, esistono passi risalenti alla fine degli anni settanta nei quali si fa riferimento ai quattro elementi come i costituenti primi della natura nel contesto di una visione generale del mondo che mostra la chiara influenza di tematiche di matrice stoica ed ermetica come quello della conflagrazione cosmica per la quale il mondo sarebbe destinato a perire per azione del fuoco celeste [19, c. 1r], dottrina, questa, che in seguito lascerà spazio all'altra teoria di origine stoica del diluvio universale come compimento del ciclo cosmico degli elementi [11, c. 67r; 13, c. 2A: 35v].

Nella carta 214v del *Codice Atlantico* (1503-1505) sono presenti alcune precisazioni sugli elementi che costituiscono la premessa per un tentativo di definizione autonoma di queste sostanze primarie che non sembra trovare riscontro nella tradizione filosofica medievale. L'esigenza di ritornare su un concetto basilare come quello di elemento, che a partire dall'antichità classica pervade tutta la tradizione filosofica occidentale, sembra scaturire in Leonardo da un tentativo di presa di distanza dalle contraddizioni che emergevano nel tentativo di sviluppare una teoria unitaria della materia che tenesse conto sia della concezione metafisica degli elementi come risultato della compenetrazione di materia e forma, sia della concezione fisico-chimica di questi costituenti primi nel processo di generazione dei corpi misti<sup>2</sup>. Leonardo giunge ad una conclusione di carattere epistemologico che definisce i termini del discorso sugli elementi esclusivamente sul piano fisico:

«la definizione di nessuna quiddità delli elementi non è in potestà dell'omo, ma gran parte de loro effetti son noti. E porremo a nostro beneplacito li gradi di lor gravità e levità, benché si po dare la verità, ma non semplici elementi, perché infra noi non si trovano» [9, c. 214v].

I quattro elementi sono i principi primi con i quali la natura genera ogni sostanza [17, c. 55v] e costituiscono il limite ultimo della nostra percezione fisica oltre la quale non possiamo andare. In natura, inoltre, non si trovano gli elementi allo stato puro, perché come mostra l'esperienza questi sono sempre in forma composta e la loro essenza è determinata dall'elemento dominante. È per questo motivo, ad esempio, che si possono avere terre, acque e arie di varia densità e qualità. Come emerge da questo passo, ma potremmo fare numerosi altri esempi, le differenze tra gli elementi possono essere determinate attraverso l'analisi ponderale. Una «terra» può contenere più o meno parti di aria, acqua e fuoco e questo determina le differenze di peso che si colgono con la bilancia.

La determinazione di questo limite nello studio della materia e degli elementi ci consente di introdurre e tentarne un'interpretazione di una definizione di elemento che Leonardo propone prima in forma abbozzata in una carta del *Codice Atlantico* risalente al 1505 [9, c. 766v] e successivamente in forma più completa nel

<sup>2</sup> Sulle contraddizioni scaturite dalla teoria dei corpi misti nella tradizione aristotelica si veda A. Maier [20].

*Codice Arundel* (1506-1508) nella quale gli elementi sono presentati sulla base delle loro manifestazioni fisiche.

«2 sono le qualità delli elementi, cioè raro e denso; raro è detto come il foco, l'aria e l'acqua; denso sol si po' dire alla terra.

2 sono le quantità di ciascuno elemento, cioè continua e discontinua.

2 sono i moti naturali dei continui elementi e discontinui elementi, cioè moto d'elevatione e moto di declinatione.

2 sono le figure che fanno li elementi fuggendo discontinuamente l'un dell'altro.

2 sono le cause perché l'uno elemento fuge dell'altro» [19, P 99r: f 189r].

In questa definizione Leonardo individua nelle coppie di contrari continuo-discreto e raro-denso le caratteristiche fisiche delle sostanze elementari che riunisce sotto le quattro categorie generali della qualità, quantità, figura e moto<sup>3</sup>. Da un'analisi di questi concetti nelle osservazioni di Leonardo relative al comportamento degli elementi in natura è possibile ricostruire il quadro teorico generale entro il quale egli sviluppa il proprio concetto di elemento.

La volontà di trattare gli elementi esclusivamente sul piano fisico-quantitativo emerge già nel primo enunciato di questa definizione in cui si individua nel raro e nel denso le loro uniche qualità caratteristiche. Leonardo sembra rinunciare alle qualità primarie aristoteliche (caldo, freddo, umido, secco) probabilmente perché impossibili da determinare sul piano quantitativo e si concentra, invece, soltanto sulle due qualità fisiche del raro e del denso le cui variazioni sono in linea di principio misurabili con la bilancia. Questo riconoscimento del raro e del denso come le uniche due qualità che definiscono gli elementi crediamo sia indicativo del fatto che Leonardo stesse cercando di interpretare questi ultimi prendendo come riferimento le loro variazioni di massa e di volume. Se, infatti, portiamo la nostra attenzione sull'interpretazione che Leonardo dà dei fenomeni di carattere meteorologico come la pioggia, la neve, il ghiaccio, i venti, ma anche fenomeni artificiali come l'esplosione della polvere da sparo, vediamo che le trasformazioni degli elementi, compresa anche la loro reciproca trasmutazione, sono riconducibili tutti a variazioni di densità. La pioggia è descritta come il risultato di un processo scandito da una prima fase di rarefazione per l'azione del calore dei raggi solari sull'acqua e sull'aria e successivamente di condensazione, dovuto al raffreddamento che nelle alte regioni dell'atmosfera fa addensare nuovamente l'acqua nebulizzata in gocce più dense e più voluminose [17, c. 55v; 13, cc. 12A: 25v, 10B: 27r]. A sostegno di questa interpretazione del fenomeno della pioggia Leonardo descrive anche un esperimento per misurare il quantitativo d'aria sviluppato da una certa massa di acqua sottoposta all'azione del calore e lo considera una dimostrazione di come in questa trasformazione dell'acqua in aria le variazioni di massa coinvolte generino il vento [13, cc. 10A: 10r, 15A: 15r].

<sup>3</sup> Si tratta di concetti a lungo dibattuti nella tradizione filosofica aristotelica. A tale proposito si veda A. Maier [20].

Un altro riferimento interessante ad una caratterizzazione degli elementi in termini di massa si ha in una carta del *Ms. E* risalente al 1513-14 nella quale si afferma che un pezzo di ghiccio diviso «inverso l'infinito» si converte prima in acqua e poi in aria per poi ricomporsi se si riuniscono le parti separate [15, c. 60r].

Negli stessi termini, cioè per un'azione meccanica di consunzione, nel *Codice Hammer* si osserva che la goccia in caduta diminuisce la propria massa per confrazione con l'aria fino al punto di perdere la spinta verso il basso fermando la propria discesa [13, cc. 12B: 25r, 9A: 28v].

Questa trasmutazione elementare in termini di variazione di massa avviene anche nella conflagrazione della polvere da sparo in cui una sostanza di natura terrestre si trasforma in «vapori accesi» (fuoco) generando l'espansione volumetrica che sviluppa la pressione necessaria all'espulsione del proiettile dal cannone [9, c. 728r].

Un altro riferimento agli elementi in termini di massa che risale al periodo 1498-1499 riguarda le particelle di aria che, secondo Leonardo, nelle giornate chiare e prive di vento si disporrebbero dal basso verso l'alto sulla base della loro densità [14, cc. 45v, 58r]. Nel *Codice Foster II*, invece, che risale alla prima metà degli anni novanta, troviamo un'interessante osservazione che, per quanto isolata, mostra come Leonardo avesse una percezione chiara della pressione idrostatica: «Se 'l mare si posa sul suo fondo un omo che diacessi sopra esso fondo e avessi 1000 braccia d'acqua addosso, n'arebbe a scoppiare» [18, c. 66r].

Questa idea di elemento inteso come unità materiale caratterizzata da un grado di densità specifico, il tentativo di quantificare i rapporti tra elementi in termini di parti e il frequente ricorso al termine particola (almeno 50 occorrenze) nella descrizione dei fenomeni che riguardano gli elementi, pongono il problema se la concezione della materia di Leonardo fosse o meno di tipo corpuscolarista. Questo tema emerge anche nel secondo enunciato della definizione che stiamo analizzando, nella quale si afferma che sul piano quantitativo gli elementi possono essere continui e discontinui in quantità.

Il tema del continuo e del discreto era stato al centro del dibattito sulla struttura della realtà nella tradizione filosofia occidentale la quale si era concentrata prevalentemente sul problema di come fosse possibile conciliare l'infinita divisibilità del continuo con la realtà fisica delle sostanze che necessitava di un minimo di materia per l'estrinsecazione della «forma sostanziale». Il riconoscimento dell'esistenza di un minimo reale implicava una struttura della materia di tipo atomistico la quale contraddiceva il principio della coincidenza tra il tutto e la parte che era alla base della teoria della sostanza aristotelica: in una sostanza intesa come giustapposizione di parti minime indivisibili non c'è corrispondenza tra l'essenza del tutto e quella della parte. Il problema era stato aggirato riconoscendo a queste parti minime un valore relativo legato esclusivamente al piano fisico, mentre sul piano metafisico-matematico della «forma» le sostanze continuavano ad essere divisibili

all'infinito<sup>4</sup>. Anche Leonardo sembra condividere questa impostazione del problema ma a differenza dei pensatori medievali egli non effettua una distinzione netta tra dimensione fisica e dimensione matematica considerando gli oggetti matematici e geometrici come entità reali<sup>5</sup>.

Le osservazioni di Leonardo sugli elementi, in particolare l'acqua, ci aiutano a comprendere come egli potesse concepire delle sostanze continue e discontinue in quantità. In una carta del *Codice Hammer*, infatti, Leonardo afferma che i centri della sfericità dell'acqua sono due, uno particolare e uno universale, riferendosi con il primo a quello della goccia e con il secondo a quello dell'intera massa di acqua presente nel mondo:

«Li centri della sphericità dell'acqua sono due: l'uno e della universale acqua, l'altro è particolare [...] il centro della acqua particolare è quello che si fa nelle minime particule della rugiada la quale spesso si vede di perfetta rotondità sopra le foglie delle erbe, dov'ella cade; questa è di tanta levità che non si prieme sopra il loco, ove posa, ed è quasi sostenuta dall'aria [...] è per questo che la sua superficie da ogni banda con equal forza è tirata equalmente da sé medesima e così ciascuna parte con equal potenza concorre l'una all'altra, facendosi calamita l'un dell'altra, in modo che per necessità si fa di perfetta sphericità [...] ma quando il peso di tal particola si viene a moltiplicare, immediate il centro della curva superficie esce fuori di tal quantità d'acqua, e s'invia verso il centro della sfera comune dell'acqua; e tanto più cresce il peso di tal goccia, tanto più il centro della detta curvità s'avvicina al centro del mondo» [13, c. 3A: 34v].

Le gocce si fanno calamita l'una dell'altra generando non un agglomerato di particelle ma un'unica massa sferica che, goccia dopo goccia, può aumentare le proprie dimensioni fino ad inglobare tutta l'acqua presente in natura senza risolvere la continuità della massa totale. L'acqua – ma lo stesso può essere detto anche per l'aria e per il fuoco che possono sussistere in masse (bolle e fiamme) di dimensione diversa – può avere sia una dimensione discreta che una continua.

Questo fenomeno in cui l'acqua passa dalla dimensione continua a quella discreta e viceversa è mostrato anche da altre osservazioni empiriche come nel caso in cui una massa d'acqua venga spinta in alto attraverso un tubo e nel momento in cui termina la forza propulsiva, per azione della gravità, questa inizia a discendere disgregandosi in particole [9, c. 398r]. Oppure quando il flusso continuo dell'acqua in caduta viene progressivamente restringendosi fino a che, afferma Leonardo, l'aria lo divide e «di quantità continua si faci discreta, ma l'occhio non la po discernere» [9, c. 398r]. Questo passaggio dalla dimensione continua a quella particellare dell'acqua è osservabile anche nelle zone di confine tra le sfere degli elementi nei fenomeni di evaporazione e nei rivolgimenti generati dal moto delle onde che inglobano «particole» d'aria [13, c. 8A: 8r; 9, c. 218v]. In una carta del *Ms. F*, invece,

<sup>4</sup> A. Maier [20, pp. 271-338]; J.E. Murdoch [22, pp. 91-131].

<sup>5</sup> Cfr. F. Frosini [4, pp. 9-13].

Leonardo si riferisce all'intera massa dell'acqua presente in natura come ad un agglomerato sferico di particelle disposte in strati concentrici le quali, in assenza di forze esterne, restano nella loro posizione grazie all'azione contenitiva delle particelle adiacenti [16, c. 26v].

Da questi esempi, quindi, come enunciato nella definizione che stiamo analizzando, emerge una duplice dimensione continua e discontinua degli elementi. Questa contraddizione apparente sembra trovare una spiegazione nel concetto di «forma» sviluppato da Leonardo, nel quale dimensione fisica e dimensione geometrica vengono a convergere; nel senso che una forma viene ad avere al contempo sia un valore sostanziale che geometrico-matematico. La filosofia della natura di Leonardo è fortemente mediata dalla sua formazione di artista e in primo luogo dalla sua professione di pittore<sup>6</sup>. Per Leonardo la percezione e la comprensione della natura dipendono dalle forme che definiscono gli oggetti, le quali vengono così ad assumere un valore sia epistemologico che ontologico. Le forme geometriche, così come i principi primi della superficie, della linea e del punto, alle quali queste possono essere ridotte, costituiscono i limiti degli oggetti che esse definiscono. Queste forme sono concepite come entità positive prive della dimensione materiale che definiscono la forma senza interrompere la continuità del sostrato [3, p. 56]. Questo concetto di forma vale per tutti i corpi naturali e quindi anche per gli elementi intesi come sostanze cosmiche primarie. È proprio nel tentativo di dare una definizione dell'elemento acqua che si hanno le argomentazioni a nostro avviso più pregnanti sul valore sostanziale che Leonardo attribuisce alla forma geometrica dei corpi (la loro superficie esteriore) intesa come termine comune di due corpi in contatto tra loro ma che non partecipa di nessuno dei due<sup>7</sup>:

«L'aria è congiunta coll'acqua, e '1 termine dell'una è comune all'altra, i' modo che si pò dire quantità continua per essere apicate insieme, e discontinue per essere di 2 nature» [19, P 59: f. 130v].

Le forme definiscono gli oggetti discreti senza interrompere la struttura continua della realtà e anche se in questa osservazione Leonardo usa questo concetto per parlare del limite spaziale dei corpi in generale e per distinguere le sfere elementari, crediamo che ciò possa valere anche per la sua definizione di elemento come quantità continua e discontinua cioè come particella equilibrata intorno al

<sup>6</sup> Vedi Fabio Frosini [3, pp. 35-59].

<sup>7</sup> Il tema del limite dei corpi costituisce uno dei momenti filosofico-speculativi più alti della filosofia naturale di Leonardo nel quale egli arriva a tentare una concettualizzazione del «nulla» come un'entità positiva e quindi esistente ma priva della dimensione materiale. Nel presente contributo non c'è lo spazio per potersi addentrare in queste problematiche, trattate ampiamente da Augusto Marinoni e Fabio Frosini, vale tuttavia la pena sottolineare che la maggior parte di queste riflessioni sono state eseguite nel tentativo di definire gli elementi e in particolare quello dell'acqua [19, P 106: c. 204v; P 107: c. 266r; P 110: cc. 159v, 160r].

proprio centro di massa e come sfera elementare nella sua totalità, organizzata anch'essa intorno al proprio centro di massa.

Per Leonardo le forme geometriche hanno anche un valore generativo-sostanziale nel senso che definiscono le caratteristiche fisiche del corpo da esse delineato. Pensiamo a tale proposito ai suoi studi di fisiognomica nei quali si cerca di definire il carattere e le attitudini delle persone a partire dalla forma e dalla dimensioni del volto e della testa. Non è il caso di addentrarci in queste problematiche, basti qui sottolineare come lo stesso ragionamento possa essere esteso anche alle sostanze naturali e agli elementi<sup>8</sup>. Questa ipotesi di un approccio fisiognomico agli elementi, infatti, trova una conferma proprio nel terzo enunciato della definizione di elemento che stiamo analizzando, nel quale si afferma che «due sono le figure che gli elementi assumono fuggendo discontinuamente l'un dall'altro», cioè presi come entità discrete. Leonardo non specifica qui quali siano queste figure, ma se ci volgiamo ancora una volta al *Ms F* troviamo per esse una chiave interpretativa plausibile. Leonardo entra nel merito del dibattito sull'identificazione degli elementi con i solidi geometrici regolari della tradizione platonica (piramide, cubo, ottaedro, dodecaedro, icosaedro) e dopo aver dimostrato che il poliedro più adeguato per descrivere la resistenza al movimento del corpuscolo di terra non è il cubo ma il tetraedro, conclude che gli altri tre elementi per la loro estrema mobilità e per la loro capacità di espandersi e comprimersi, dovrebbero essere immaginati tutti di forma sferica [16, c. 27r-v]. Questa idea trova una conferma osservativa nella forma della goccia, della bolla e della fiamma; quest'ultima secondo Leonardo nel momento dell'innesco si genera di forma sferica e per questo si riferisce ad essa come «goccia di fiamma» [9, c. 728v].

Nell'enunciato successivo della definizione di elemento vengono chiamati in causa i due moti naturali degli elementi che, in linea con la tradizione aristotelica, possono essere soltanto quelli di elevazione e di declinazione. Leonardo conosce le teorie dell'impeto sviluppate dalla scolastica trecentesca che legavano il moto alla massa dei corpi<sup>9</sup> e inoltre nei suoi scritti esistono numerose osservazioni nelle quali egli fa riferimento agli elementi come a corpi pesanti, prendendo talvolta in considerazione anche la quintessenza e l'oro; quest'ultimo come ipotetico sesto elemento più pesante e denso della terra, entro il quale questa si comporterebbe come elemento fluido [9, c. 214a r]. In altri casi per spiegare la generazione dei venti o della pressione che si sviluppa nelle bombarde attribuisce a tutti gli elementi compresi l'aria e il fuoco la capacità di acquistare peso o forza attraverso la condensazione [16, c. 69v; 12, cc. 21r, 100v]. Tuttavia, nonostante queste osservazioni siano in aperto contrasto con la teoria tradizionale dei quattro elementi, Leonardo non riesce ad organizzare le sue osservazioni in modo da produrre una teoria del moto alternativa a quella di Aristotele.

<sup>8</sup> Per gli studi Leonardiani di fisiognomica e sul valore generativo della forma di veda D. Laurenza [8, p. 109].

<sup>9</sup> Vedi M. Clagett [1, pp. 613-616; 721-725].

Nella stessa carta che contiene questa definizione, infine, si asserisce che:

«nessuna elemento parte dell'elemento pesa nel suo proprio elemento» [19, P 99r: f 189r].

Si tratta di un'asserzione non del tutto chiara, ma che diventa comprensibile se interpretata alla luce dell'affermazione di Leonardo per cui gli «elementi puri non si danno in natura» ma si trovano sempre in uno stato di aggregazione composita [9, c. 214v]. Alla luce di questa precisazione il passo in questione può essere letto nel significato che nessun elemento incide sul peso di un aggregato quando si trova nella sua sfera di appartenenza.

Questo riferimento agli elementi come composti non è un'affermazione originale e può essere ritrovata ad esempio negli scritti della tradizione medica medievale nella quale per distinguere gli elementi fisici da quelli puri era stato introdotto il termine «elementata»<sup>10</sup>. Questo termine, nello stesso significato, è usato una volta anche da Leonardo per distinguere l'elemento cosmico del fuoco dalla sua manifestazione fisica nella fiamma [9, c. 728r].

Questa natura composita degli elementi reali emerge in varie osservazioni di Leonardo per il quale, ad esempio, l'acqua può assumere varie nature secondo le sostanze con le quali viene in contatto [13, c. 16A: 21v; 19, P 25r: c. 57r], mentre il fuoco si manifesta nella sua purezza soltanto nel momento dell'innesco della fiamma dopo di che si stabilizza come un processo chimico di continua generazione e corruzione mantenuto dalla partecipazione degli altri elementi [9, c. 728r]. Lo stesso vale per la terra che può contenere vari gradi di acqua [19, P 99r: 192v] e dell'aria la quale contiene gli odori delle sostanze con le quali viene in contatto [17, c. 20r].

La dinamica che porta al formarsi di questi aggregati di elementi in forma corpuscolare è determinata dal movimento delle sfere celesti e dall'azione del caldo e del freddo che rarefanno e condensano gli elementi portandoli fuori dal proprio luogo naturale [19, P 106r: 204r]. Quello che resta da comprendere è come mai tali elementi, una volta cessata la forza che li ha mossi, non ritornino nel proprio luogo naturale ma restino imprigionati nelle altre sfere elementari formando gli elementata. Anche in questo caso dalle osservazioni di Leonardo è possibile tentare una spiegazione la quale sembra risiedere in una forza di coesione esercitata dall'elemento presente in quantità maggiore nel composto e dalla sua distribuzione; come se l'elemento dominante riuscisse ad arginare i frammenti di elementi diversi trattinandoli al proprio interno. L'azione di queste forze di «colleganza» si osserva nelle superfici di contatto tra masse di elementi. Nella spiegazione del fenomeno della pioggia Leonardo riporta che gli agglomerati di particelle di acqua e aria che formano le nubi una volta giunte nelle zone fredde dell'atmosfera si condensano fintanto che si generano delle fratture dalle quali viene espulsa l'aria e la massa d'acqua essendo ora più pesante cade sottoforma di pioggia [19, P 25v: 57v]. Un

<sup>10</sup> Vedi D. Jacquart [6, p. 41].



fenomeno analogo si ha scaldando l'acqua torbida, la quale, rarefacendosi, non riesce più a sostenere i corpuscoli di terra ad essa frammisti che quindi precipitano [9, c. 207v].

Un altro fenomeno nella quale queste forze coesive degli elementi emergono in maniera chiara è quello delle bolle sulla superficie dell'acqua che si formano per una condizione di equilibrio tra l'aria che risale dal basso e la resistenza della «pelle dell'acqua». Leonardo spiega questo fenomeno attribuendolo alla viscosità che tiene unite insieme le particelle in modo da formare una pellicola [13, c. 12A: 25v]. La stessa tenacia e colleganza è mostrata anche nella formazione della goccia la quale, prima di staccarsi, si allunga e si assottiglia fino a quando il peso non vince la tenacia che la tiene collegata alla massa di acqua [13, c. 10A: 27v].

Concludendo e riassumendo, quindi, per Leonardo gli elementi costituiscono i principi primi della natura. Essi sono sostanze cosmiche dai quali dipendono tutti i fenomeni naturali e costituiscono gli ingredienti a partire dai quali la natura genera tutti i tipi di sostanze organiche e inorganiche. Come abbiamo visto Leonardo si concentra esclusivamente sul piano fisico e dalle argomentazioni a sostegno delle definizioni dei quattro elementi che abbiamo preso in esame sembra che questi si caratterizzino come delle masse di forma sferica (nella carta 61r del *Ms. F* si fa riferimento anche alla terra come elemento flessibile e quindi assimilabile agli altri tre) costituite da una materia di diversa densità che grazie all'azione di forze esterne quali il calore, innescano quelle dinamiche come i movimenti di rarefazione e condensazione e gli spostamenti degli elementi da una sfera all'altra generando così tutti i fenomeni naturali. Seguendo questa linea interpretativa, quindi, si delinea un concetto di elemento che, per quanto soltanto abbozzato, riflette la propensione di Leonardo di rivolgersi allo studio della natura con intento quantitativo, cercando di ricondurre tutti i fenomeni naturali, e quindi anche gli elementi, alle quattro potenze di natura che aveva individuato nella forza, nel peso, nella percussione e nel movimento che costituiscono il fulcro intorno al quale egli costruisce la sua filosofia naturale.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Clagett M., *La scienza della meccanica nel Medioevo*, Milano, Feltrinelli, 1971.
- [2] Galluzzi P., *La mente di Leonardo*, Firenze, Giunti, 2006.
- [3] Frosini F., *Pittura come filosofia: note su 'spirito' e 'spirituale' in Leonardo*, in *Achademia Leonardi Vinci* Vol. 10 (1997), pp. 35-59.
- [4] Frosini F., *Leonardo da Vinci e il «Nulla» stratificazioni semantiche e complessità concettuale*, in *Il volgare come lingua di cultura dal Trecento al Cinquecento*, Atti del Convegno internazionale, Mantova, 18-20 ottobre 2001, a cura di Arturo Calzola, Francesco Paolo Fiore, Alberto Tenenti, Cesare Vasoli, Firenze, Olschki, 2003, pp. 209-232.
- [5] Hooykaas R., *La Théorie Corpusculaire de Léonard de Vinci*, in *Léonard de Vinci et l'expérience scientifique au XVIe siècle*, Colloques internationaux du Centre National de la Recherche

- che Scientifique, Paris 4-7 juillet 1952, Paris, Centre national de la recherche scientifique, 1953, pp. 163-169.
- [6] Jacquart D., *Minima in Twelfth-Century Medical Text from Salerno*, in *Late Medieval and Early Modern Corpuscular Matter Theories*, a c. di C. Lüthy, J. E. Murdoch W. R. Newman, Leiden-Boston-Köln, Brill, 2001, pp. 39-56.
- [7] Kemp M., *Il corpo della terra*, in *Lezioni dell'occhio, Leonardo da Vinci discepolo dell'esperienza*, Vita e Pensiero, Milano, 2004, pp. 341-355.
- [8] Laurenza D., *De figura umana*, Firenze, Olschki, 2001.
- [9] Leonardo da Vinci, *Codice Atlantico*, trascrizione diplomatica e critica di A. Marinoni, 24 voll. (12 di facsimile e 12 di trascrizioni), Firenze, Giunti, 1973-80.
- [10] Leonardo da Vinci, *Corpus of the anatomical studies in the collection of Her Majesty The Queen at Windsor Castle*, 3 vol., a c. di K.D. Keele - C. Pedretti, Londra-New York (ed. italiana, Firenze 1985), 1978-80.
- [11] Leonardo da Vinci, *Landscapes, plants and water studies*, in *The drawings and miscellaneous papers of Leonardo da Vinci in the collection of Her Majesty the Queen at Windsor Castle*, New York, Johnson Reprint, 1982.
- [12] Leonardo da Vinci, *Il manoscritto I*, trascrizione diplomatica e critica di A. Marinoni, Firenze, Giunti, 1986.
- [13] Leonardo da Vinci. *The Codex Hammer of Leonardo da Vinci*, a c. di C. Pedretti, Firenze, Giunti, 1987.
- [14] Leonardo da Vinci, *Il manoscritto M*, trascrizione diplomatica e critica di A. Marinoni, Firenze, Giunti, 1987.
- [15] Leonardo da Vinci, *Il manoscritto E*, trascrizione diplomatica e critica di A. Marinoni, Firenze, Giunti, 1989.
- [16] Leonardo da Vinci, *Il manoscritto F*, trascrizione diplomatica e critica di A. Marinoni, Firenze, Giunti, 1988.
- [17] Leonardo da Vinci, *Il manoscritto A*, trascrizione diplomatica e critica di A. Marinoni, Firenze, Giunti, 1990.
- [18] Leonardo da Vinci, *Il Codice Forster II*, trascrizione diplomatica e critica di Augusto Marinoni, Firenze, 1992.
- [19] Leonardo da Vinci, *Il codice Arundel 263 nella British Library*, a c. di C. Pedretti, trascrizione diplomatica e note critiche a cura di Carlo Vecce, Firenze, Giunti, 1998.
- [20] Maier A., *Scienza e filosofia nel Medioevo. Saggi sui secoli XIII e XIV*, Milano, Jaca Book, 1984.
- [21] Marinoni A., *L'essere del nulla*, Firenze, Giunti, 1960, pp. 9-13.
- [22] Murdoch J.E., *The Medieval and Renaissance Tradition of Minima Naturalia*, in *Late medieval and early modern corpuscular matter theories*, a c. di C. Lüthy, J.E. Murdoch, W.R. Newman, Leiden, Brill, 2001, pp. 91-131.
- [23] Taylor S.F., *Léonard de Vinci et la chimie de son temps*, in *Léonard de Vinci et l'expérience scientifique au XVIe siècle*, Colloques internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris 4-7 juillet 1952, Paris, 1953, pp. 151-161.