ANTONINO DRAGO *

Nicolò Cusano e la Chimica classica

Nicholas of Cusa and Classical chemistry

Summary – After putting the question when modern science is born, it will be examined how much the theoretical structure of the classical chemistry has been anticipated by the tripartite foundation of science introduced by Cusanus: the dialectics experiment / mathematics, the dialectics of the two kinds of mathematics of the infinity and the dialectics of the two kinds of the organisation of the theory, or, equivalently the two main kinds of logic. It will be concluded that the chemical theory is the best instance of a scientific theory built according to Cusanus' views on the philosophy of knowledge.

Key words: Cusanus' philosophy of science, foundations of classical chemistry

1. *Introduzione*

Nicolò Cusano (1401-1464) è stato riconosciuto da Cassirer come il primo filosofo della conoscenza moderna[1], ed anche da altri studiosi come anticipatore di molte idee cruciali della scienza moderna (ad es., il principio d'inerzia e la concezione copernicana dell'universo)[2].

> Nella metà del secolo XV apparve quello che può essere considerato il coronamento delle opere di questo genere, l'*Idiota De Staticis experimentis*, per la penna del cardinale Nicolò da Cusa… Esso propone l'uso della bilancia e il confronto dei pesi per la soluzione di un ampio spettro di fenomeni, che va dalla meccanica

* Università di Pisa. Via P.C. Benvenuti 5, 56011 Calci. E-mail: drago@unina.it

[1] [3] «Questo suo porsi di fronte al problema gnoseologico fa del Cusano il primo pensatore moderno», p. 24; a mio parere, questo scritto è tuttora la migliore introduzione al pensiero di Cusano. In [4] lo presenta come: «… il fondatore ed il campione della filosofia moderna», p. 39. Si noti anche Vanstenbeerghe [34] p. 279: «La chiave di volta del sistema filosofico di Nicola Cusano… – e in questo è molto moderno – è la sua teoria della conoscenza».

[2] [32] pp. 105-109. In particolare Copernico conosceva che Cusano aveva già concepito il mondo eliminando la centralità della terra: «Terra stella nobilis est» [21].

> alla medicina, compresa la chimica. Propone le differenze di peso come guida per la valutazione delle acque naturali, la condizione del sangue e dell'urina nei sani e nei malati, la valutazione della efficacia dei medicamenti e l'identificazione dei metalli e delle leghe. Sarebbe difficile trovare una prescrizione più specifica per quanto poi gli scienziati fecero di fatto due secoli più tardi [29].

Ma, come dice McTighe in generale[3], le valutazioni sulle anticipazioni di Cusano sono divergenti: c'è che gli attribuisce molte novità scientifiche che sono state raggiunte nei due secoli successivi; e c'è chi ci vede solo quanto già c'era in autori precedenti, senza sviluppi matematici interessanti la scienza.

Qui introdurrò due novità nel metodo di indagine. La prima: di solito gli studiosi confrontano il suo pensiero con la Fisica di due secoli dopo, concepita come: 1) fondata sulla matematica del continuo; 2) organizzata in maniera solo deduttiva (e affermativa); 3) a carattere ontologico (cioè, la cui conoscenza coglie la essenza della realtà)[4]. Invece qui confronterò il suo pensiero, che a prima vista non ha le caratteristiche suddette, con la Chimica classica di tre secoli e mezzo dopo, perché questa teoria è essenzialmente diversa da quel paradigma della teoria fisica (che è newtoniano)[5].

La seconda novità: ho caratterizzato i fondamenti della scienza moderna con tre dialettiche: la dialettica tra la misurazione strumentale e la matematica; quella tra i due tipi di infinito (o potenziale, o attuale); quella tra i due tipi di organizzazione (o apodittica, o investigativa per trovare un nuovo metodo scientifico rivolto a risolvere un grande problema); o, equivalente all'ultima dialettica, quella sui due tipi di logica (classica o non classica; quest'ultima è stata considerata raramente dagli storici). Ho notato che la concezione della scienza di Cusano: è la prima che introduce quelle dialettiche [16, 18]. Nel seguito esaminerò quanto le tre dialettiche, introdotte da Cusano, siano partecipate dalla teoria chimica.

[3] [28] p. 317.

[4] In particolare l'importantissimo e famoso storico Koyré partecipa di questa preconcezione della scienza, la quale gli fa riconoscere in Newton sia la nascita della fisica-matematica (ovviamente del continuo), sia la confluenza in essa della tradizione alternativa, che si basava sull'atomismo ([24] pp. 11 e 13). Quindi la sua interpretazione è condizionata fortemente da questo termine *ad quem*, che in realtà è molto parziale rispetto all'esperienza storica della nascita della scienza moderna.

[5] Tutto ciò pone il problema di come e quando sia nata la scienza moderna e, all'interno di questo problema, che ruolo abbia avuto la nascita della teoria chimica, tema che gli storici della scienza ancora non sanno chiarire. Ricordo che Kuhn [25] spiega la nascita di questa teoria con inspiegati «aspetti soprameccanici» (cap. 9 p. 135), che farebbero inglobare la chimica nella meccanica newtoniana (cosa inaudita per Lavoisier); mentre Koyré dedica solo pagine fuggevoli; in particolare quelle dedicate alla teoria della materia di Nicola Cusano (le commenteremo nel seguito), ma senza attribuirle un ruolo positivo per la nascita della scienza moderna. Infine Thackray, che pure ha scritto un'opera ragguardevole [33], arriva giusto al tempo prima di Lavoisier. D'altronde, sia Kant che Comte ritenevano che la chimica non fosse una scienza. Su una possibile risposta al primo problema rimando a [19].

Saranno esaminati i due scritti *De Coniecturis* e *De Staticis Experimentis* (questa è la quarta parte de *L'idiota*) [6, 7, 8] che trattano argomenti che hanno attinenza con la chimica moderna. Egli qui espone conoscenze di tipo rudimentale, delle quali poche sono originali; le ha raccolte forse da Alberto Magno, da Vitruvio e da L.B. Alberti. Ma esse sono importanti per caratterizzare in che termini egli concepisce la conoscenza della natura e, in particolare, gli elementi costitutivi della materia: è stato il primo ad uscire dallo schema tradizionale dei quattro elementi, essendo contrario anche all'idea di elementi finali indivisibili.

Chi si accosta agli scritti di Cusano deve superare la difficoltà del suo frasario; che a prima vista appare come una affabulazione, sia pure punteggiata da frasi luminose. Occorre tener conto che secondo Cusano «Ci sono tre modi di conoscere, cioè: quello sensibile [dei sensi], quello dell'intelligenza [discorsiva, il *discurrens* della *ratio*] e quello dell'*intellectus* [il cui atto è il *videns*]»[6]. Egli riconosce che comunemente si utilizza la *ratio*; che è soggetta alla legge della non contraddizione. Ma lui vuole procedere in modo da intuire la realtà superiore per mezzo dell'*intellectus*, che permette di cogliere il superamento delle contraddizioni. È a questo livello di *coniecturae* che si pone l'opera di Cusano, anche nella scienza della natura.

2. *La dialettica sperimentale. La sistematica delle misurazioni di peso*

È un grande problema stabilire quando sia nata la scienza moderna. Altro grande problema è se gli storici non abbiano sopravvalutato l'importanza della scienza celeste su quella terrestre; che invece rappresenta meglio la scienza moderna, perché era ben più impegnativa: doveva selezionare i fenomeni prima di compararli tra loro (nascita delle diverse teorie fisiche: ottica, idrodinamica, meccanica, acustica, ecc.); doveva fondare *ex novo* il rapporto scienza-matematica facendo riferimento ai fatti quotidiani, che sono complessi e misurabili solo approssimativamente (vedi ad es., la complessità della caduta dei gravi); e perciò doveva basarsi su esperimenti manipolativi (ad es.: piano inclinato, caduta libera di gravi aventi uguali superfici, ecc.) sulla base di ipotesi inedite (ad es. l'assenza di attrito), che poi avevano ruoli essenziali nella fondazione della teoria.

In questa scienza terrestre grande importanza ha avuto la scienza della misurazione dei pesi[7]. Cusano l'ha anticipata. Infatti per Cusano l'uomo ha la intelligenza della realtà perché la *mens* compie misurazioni (*mensurae*; per Cusano la seconda parola deriva dalla prima)[8]; e le esprime con numeri. Poi la mente mette questi numeri in proporzione (lo strumento universale di calcolo matematico di Cusano), per comparare (*comparatio*) oggetti o aspetti diversi, e così differenziarli od assimilarli con maggior precisione.

[6] [9] p. 645.

[7] Anche poi in Galilei per iniziare le sue indagini; vedasi [36]. Cusano sviluppa le dimostrazioni *de ponderibus* di Prosdocimo e Biagio di Padova; cfr. [20].

[8] Perché, secondo «la definizione di Protagora l'uomo è la misura delle cose» [9] p. 645.

Per Cusano la misura fondamentale non è quella della variabile tipicamente astronomica, il tempo (che comunque anche Cusano fa, mediante la clessidra), ma del peso, mediante la bilancia (stadera):

> «Il giudizio della bilancia è più vero di altri, e quindi più accettato da tutti… Penso che mediante le considerazioni delle differenze dei pesi si possano raggiungere con più verità i segreti delle cose e molto si possa conoscere con più verosimili congetture»[9].

Ad es. la misura delle pulsazioni di un vecchio e quelle di un giovane vengono ricondotte ai pesi dell'acqua che scorre da un dato orificio durante cento delle loro pulsazioni. In altri termini, Cusano introduce estensivamente le misure indirette.

Con la bilancia egli ricava sistematicamente differenze di peso, concepite da lui come gli elementi basilari della conoscenza strumentale della realtà. Ad esempio, con essi vuole ricavare il tipo di acqua, il tipo di urina, il tipo di sangue, il tipo di respiro (misurato col peso dell'acqua che scorre per un certo numero di espirazioni). È chiaro che egli fa affidamento su un avanzamento praticamente illimitato

[9] [8] p. 81 (sott. agg.; esse verranno spiegate nel seguito). A coloro che sostenevano che per la nascita della scienza è stata decisiva la pratica «tecnologica», Koyré ([22], pp. 97-111) ha ribattuto che la scienza moderna ha una precisione assoluta, che nessun artigiano può mai percepire né raggiungere. «… fare della fisica vuole dire… applicare al reale le nozioni rigide esatte e precise della matematica; tra la matematica e la realtà fisica c'è un abisso…» (p. 90) «… è attraverso la strumentazione della misura che la idea della esattezza prende possesso di questo mondo e che il mondo della precisione arriva a sostituirsi al mondo del "pressappoco"» (p. 91). Invece il pensiero tecnico si è sviluppato indipendentemente dal pensiero scientifico. «E curioso: duemila anni prima, Pitagora aveva proclamato che il numero è l'essenza stessa delle cose, e la Bibbia l'aveva insegnato, che Dio aveva fondato il mondo sopra "il numero, il peso e la misura". Tutti hanno ripetuto, nessuno l'ha creduto. Per lo meno nessuno, fino a Galileo, l'ha preso sul serio. Nessuno ha mai tentato di determinare questi numeri, questi pesi, queste misure. Nessuno si è provato a contare, pesare, misurare. O più esattamente nessuno ha mai cercato di superare l'uso pratico del numero, del peso, della misura nell'imprecisione della vita quotidiana… per farne un elemento del sapere preciso» (pp. 97-98). Quindi è nello strumento, inteso come «creazione del pensiero scientifico» (p. 106), che Koyré vede la nascita della precisione (prima di tutto nella misura del tempo (p. 102), poi nella misura della longitudine). Ma è chiaro che Koyré ha insistito su una incapacità fino a Galilei di numerare, pesare e misurare, che invece Cusano aveva realizzato due secoli prima di questi. Inoltre le prime frasi citate dicono che egli ha visto solamente quella matematica in cui il limite è concepito idealmente, cioè anche mediante esperienze che lo approssimano, ma poi viene raggiunto con un atto solo di pensiero. In altri termini, egli si è riferito all'infinito in atto, come componente essenziale della scienza moderna. Allora quella esattezza assoluta cui si riferisce Koyré è nata con l'infinito in atto della analisi infinitesimale e riguarda la fisica da Newton in poi, specie nella nuova teoria astronomica. Ciò indica che Koyré aveva in mente la fisica matematica, quella che applica uno schema matematico ideale (platonico) alla realtà. Di fatto Koyré contrappone la teoria newtoniana, matematizzata con l'infinito in atto, a ogni altro filone di ricerca scientifica (che non usasse quel tipo di infinito), subordinandolo a quella teoria. In questo senso egli ha separato nettamente la fisica(-matematica) dalla pratica tecnica, trascurando sia la chimica, che è nata dalla pratica delle reazioni chimiche, sia la termodinamica, che è nata dalle macchine termiche.

nella precisione di quelle misurazioni, in modo da poter apprezzare quello che fino allora era sfuggito. Propone di misurare le differenze di peso delle erbe medicinali, degli uomini malati alle loro temperature massime e minime, degli uomini di tutte le età, regioni e nazioni, e in tutte le stagioni, climi, ecc. (pp. 82-84).

Nelle pagg. 86-90 egli tratta di ciò che oggi consideriamo chimica. Propone il confronto, sempre sulla base delle *differenze* dei pesi, tra oro, piombo, mercurio, fuoco, diamante, zaffiro, berillio. Poi tratta il peso specifico delle sostanze (anche aria e fuoco, che, secondo Cusano, hanno peso, benché lieve); poi le differenze di peso di un corpo in aria, acqua ed olio[10]. Inoltre (pp. 88-90) propone di studiare la trasformazione delle sostanze (per combustione e per crescita delle piante che le consumano) e la loro composizione[11]; ad es., la quantità di acqua e la quantità di fuoco (ingenuamente determinata dal peso delle ceneri) che compongono una sostanza.

Come nota Crombie, questa sua proposta presuppone la conservazione della materia [5]; in effetti per Cusano il mondo è una *explicatio* di Dio, Dio è in tutto; perciò certamente la materia non può andare persa.

In totale, si può affermare che il suo libro progetta una scienza interamente sperimentale, basata su un solo strumento di misura; «propone un esempio della imposizione di un sistema [possiamo aggiungere: progressivo ed universale] di misurazione, quella dei pesi, sul mondo sensibile [comunque ampio] al fine di generare una scienza di relazioni determinate»[12].

[10] Fino a voler misurare il peso degli spiriti vitali (p. 92), il caldo, il freddo, la siccità e l'umidità del tempo atmosferico attraverso le differenze di peso di oggetti che ne risentono (p. 92); e poi (col peso dell'acqua che scorre nel frattempo) le durate del giorno e della notte, del movimento dei corpi celesti (p. 93), tutta la astronomia e financo la astrologia (pp. 95-96); infine la musica (dal peso delle campane che suonano nello stesso tono: l'armonica; e le armonie col peso dell'acqua che riempie le canne sonore, ecc.) (p. 97); poi si allarga alla voce e ai canti (p. 98) e infine (qui egli, ai nostri occhi scientifici moderni, si riscatta dalle divagazioni su soggetti anche metafisici) tratta delle misure in peso di aree e volumi di figure geometriche, realizzando queste figure con un materiale omogeneo (p. 98).

[11] È notevole che a p. 86 c'è un giudizio negativo sull'alchimia: secondo Cusano occorre correggere le sue «manipolazioni ingannevoli…». Quanto esse si allontanino dalla verità… «potrebbe essere chiarito sapendo, [con le pesate, sia] le leghe senza fonderle e [sia] le composizioni di sostanze». A p. 87 segue un altro giudizio: se la alchimia ha fatto progressi è grazie al «giudizio del fuoco e della stadera». Inconsapevolmente Koyré ([22] p. 99) conferma questo giudizio quando egli prende la bilancia come esempio della esattezza scientifica; egli dice che se fosse stata adottata dagli alchimisti avrebbe posto l'alchimia su una strada scientifica: «Eppure la bilancia esiste: anzi essa… è relativamente precisa. È appunto questa la ragione per cui l'alchimista non ne fa uso. Se egli la usasse, sarebbe un chimico. Anzi: perché egli avesse l'idea di farne uso, bisognerebbe che egli già lo fosse».

[12] [28] p. 337. Federici Vescovini in: «Introduzione» a [7] dà un inquadramento della attività scientifica di Cusano e anche molta bibliografia. Il giudizio però è svalutativo. Ma questa studiosa, benemerita per le traduzioni compiute, confronta Cusano con le anticipazioni che ha fatto la ricerca scientifica di quel tempo su quella successiva, non con la teoria della conoscenza scientifica moderna.

Analogamente fecero i chimici al tempo di Lavoisier[13], esplorando sistematicamente tutte le possibili reazioni chimiche; lo fecero, per ogni reazione chimica, sulla base delle sole differenze dei pesi delle sostanze coinvolte (quasi che fosse cambiata solo la bilancia di Cusano, ora a due piatti).

3. *La dialettica dell'infinito organizzatore. La matematica*

La sua teoria della misura è fondata sulla inevitabilità delle approssimazioni delle misure (come di tutta la conoscenza umana): *Praecisio non est de hoc mundo*. Tanto è vero che egli considera ogni conoscenza, ottenuta anche attraverso misure, come congettura.

Invece la matematica è costruita dalla nostra mente. La quale la governa col principio di non contraddizione, che non vale nella realtà ordinaria; cosicché la mente produce una conoscenza precisissima: *Nihil certi habemus in nostra scientia nisi nostram mathematicam*[14].

> … dico che l'esemplare delle concezioni della nostra mente è il numero. Senza il numero essa non può fare nulla: l'assimilazione, la nozione, la distinzione, la misura non si farebbero senza l'esistenza del numero. Le cose senza il numero, non possono essere intese come diverse e come distinte l'una dall'altra. Perché una cosa sia sostanza e un'altra sia quantità, non lo si intende senza il numero e così via. Essendo il numero il modo di intendere, niente può essere inteso senza di esso. Il numero della nostra mente, in quanto è l'immagine del numero divino che è l'esemplare delle cose, è l'esemplare delle nozioni[15].

Quindi per Cusano la matematica è nella nostra mente e produce una scienza che è intesa solo come modellistica della realtà; non ha quel carattere ontologico, che poi la Fisica ha ritenuto inevitabile per due secoli, a incominciare da Galilei (con la famosa frase «Il Gran libro dell'Universo…»); e poi continuando con Newton, che attribuì alla sua teoria la capacità di capire come Dio partecipi all'Universo (ad es. lo spazio come orecchio di Dio; il quale manterrebbe assieme il mondo con un suo atto, che per noi uomini è la forza gravitazionale universale)[16]. Probabilmente a queste idee si riferiva F. Venel, quando, nella famosa voce «Chymie» dell'*Éncyclopédie Française*, accusava la fisica di raccontare «romanzi»[17].

McTighe insiste molto su questo punto[18], attribuendo a Cusano quella moder-

[13] Già uno studioso ([11] p. 28) ha scritto: «.. fa pensare Lavoisier».

[14] Nicola Cusano: *De Mathematica Perfectione*, citato in [3] p. 30.

[15] [7] p. 47.

[16] Uno studioso ha caratterizzato questo uso ideologico della matematica da parte degli scienziati della scienza dominante: «Metaphysics, they [the scientists] tended more and more to avoid, so far they could avoid it; so far are not, it became an instrument for their further mathematical conquest of the world» [2].

[17] [35] p. 388 II: I chimici «… ne sont curieux ni de l'infini, ni des romans physiques». Essi sono esenti «… des erreurs qui ont defiguré la Physique» (p. 389, I).

[18] [28] Introduzione e conclusione.

nità scientifica, che si è affermata solo dopo secoli (dopo tre secoli e mezzo con la chimica, quattro con la termodinamica, quasi cinque con la meccanica quantistica). Si noti che questa modernità metafisica non è la assenza della metafisica (come i positivisti intesero, per reazione alla metafisica ontologica), ma è quella dell'unità (la henologia, dal greco én = uno)[19], da ricercare attraverso le relazioni che ci sono nel molteplice.

Infatti per Cusano l'individuo è intrinsecamente relazionale[20], perché la base interna di ognuno è la relazione di non essere tutto degli altri[21]. Perciò per Cusano gli elementi ultimi della materia risultano da una analisi delle relazioni tra i fenomeni, le quali sono determinate attraverso le differenze di peso. Si noti la interessantissima discussione per distinguere gli aspetti sensibili del carbonchio dalla sua «sostanza»; la frase finale: «…ritrovando [la sostanza del carbonchio] *in diverse operazioni* che derivano dalla virtù della sostanza del carbonchio e da nessun'altra (sott. agg.)»[22] sembra esprimere la metodologia del chimico per trovare un elemento. In generale, il suo imporre un sistema di misure di peso sul mondo sensibile ha per fine il generare una scienza della relazione tra gli elementi[23].

Queste relazioni, dovute alla comparazione delle misure, trovano la possibilità di esprimersi in matematica con le proporzioni. Oggi noi le consideriamo uno strumento antiquato; ma ricordiamo che Galilei ha costruito con esse gran parte della sua scienza moderna. Inoltre il sistema matematico di Lavoisier-Dalton non è altro che un sistema di proporzioni, riportate ad equazioni algebriche lineari; e la tabella di Mendeleieff è basata tutta sull'applicazione delle proporzioni ai rapporti di contiguità di gruppo e di periodicità tra i vari elementi. Quindi qui è «…la *ratio* che, conformemente al principio fondamentale del terzo escluso, provvede e presiede alla costruzione delle conoscenze matematiche [sulla realtà]»[24].

Inoltre per primo Cusano non considera l'infinito come inaccessibile, anzi, introduce la mente umana nell'infinito[25]. Ma con ciò egli non idealizza la realtà; anzi, considera inevitabile la indecidibilità matematica della realtà, foss'anche quella ricavata dalle misure. Quindi, essendo anche la conoscenza del finito sempre approssimativa, in effetti nessuna conoscenza perfetta ci appartiene. Piuttosto dobbiamo trovare quanto nella conoscenza imperfetta del finito ci può fare da base o da ponte per avvicinare la nostra conoscenza alle idee e agli enti superiori. Infatti, per Cusano la matematica contiene in maniera essenziale il passaggio a quell'infi-

[19] Per Cusano la diversità non ha origine positiva. Sulla metafisica henologica vedasi [30]. Una sintesi è in [31].

[20] [28] p. 321. Cfr. anche [3] pp. 56-57.

[21] [28] p. 333.

[22] La frase è in *De non aliud*; cap. 11, fol. 150; è citata da Cassirer in [4], nota 66.

[23] [28] p. 337.

[24] [4] p. 71.

[25] [3] pp. 40ss.

nito[26] che è uno strumento privilegiato per giungere alla conoscenza della realtà nascosta, quella di ciò che sta oltre ogni limite della conoscenza finita[27].

È stato necessario ricordare tutto ciò per intendere la concezione cusaniana di atomo. Cassirer sintetizza con chiarezza, in quattro pagine (a cui rimando il lettore, perché per mancanza di spazio non le posso ripetere), il salto intellettuale compiuto da Cusano rispetto alla chimica medievale[28]. Questa era basata sui quattro elementi (terra, acqua, aria, e fuoco), posti tra loro in ordine gerarchico, in modo da dare una graduazione ascensionale verso il mondo spirituale superiore. Inoltre l'usuale analisi della materia era finalizzata ad arrivare ai «non analizzabili», considerati simultaneamente ultimi e razionalmente comprensibili (così è anche in Galilei). Ma, al seguito di Platone, Cusano non considera ciò possibile. «La ragione [*ratio*] si rappresenta quattro elementi primi che possono unirsi e sciogliersi circolarmente l'uno nell'altro»[29]. «Questi che volgarmente si chiamano elementi, sono invece composti generalissimi di elementi che complicano entro di sé le combinazioni più specifiche»[30]. Egli concepisce l'analisi in maniera da dare elementi solo contingenti, congetturali, di tipo geometrico.

> FILOSOFO. Come intendi l'atomo?
>
> IDIOTA. Secondo la considerazione della mente, il continuo si divide in parti sempre divisibili, e la molteplicità cresce all'infinito; ma dividendo [un numero infinito di volte] in atto, si giunge alla parte indivisibile in atto, che chiamo atomo. L'atomo infatti è la quantità indivisibile in atto per la sua piccolezza. Così secondo il modo [ideale] di considerare della nostra mente, la molteplicità [= non unità] non ha fine, ma, tuttavia, ha termine nell'atto [concreto]. La molteplicità di tutte le cose cade dentro un numero determinato, sebbene [in atto] a noi sconosciuto[31]. Più precisamente: «Le cose che per primo il senso giudica siano elementi, la ragione è convinta siano composte da elementi [ancor più piccoli]; le cose che alla ragione sembrano elementi semplici, l'intelligenza [l'*intellectus*] comprende come composte da elementi… [perché] il processo [operativo e raziocinante] di scomposizione non può giungere al semplice e l'elemento [veramente] semplice è privo di sussistere in atto»[32].

[26] È straordinario che egli, nel definire questo metodo, dia la stessa definizione verbale moderna dell'infinitesimo («Un numero che non può avere numeri inferiori») e dell'infinito in atto («Un numero che non può avere numeri maggiori») [1, 12].

[27] È strano che Koyré, che pure ha basato la nascita della fisica moderna sulla introduzione del concetto di infinito (basti ricordare il titolo del suo libro più famoso [23], non ha riconosciuto l'importanza di Cusano nell'anticipare e sviluppare il tema dell'infinito. In effetti anche altri studiosi hanno indicato che Koyré è preconcetto verso di lui; vedasi il mio lavoro [18].

[28] [3] pp. 45-48.

[29] [6] p. 253.

[30] [6] p. 255.

[31] [6] vol. III, p. 59. Vedasi anche la pag. 58 sulla divisibilità geometrica. Parla di atomi anche in [9] pp. 656-657.

[32] [6] p. 252.

In definitiva, la concezione della materia di Cusano è quella dei tradizionali quattro elementi; ma senza nessuna gerarchia tra loro e senza che questi quattro elementi siano a carattere ultimativo, né che ce ne sia un numero massimo, né che qualsiasi definizione di elemento costituisca la realtà finale della materia[33]. Egli considera l'atomo alla stessa stregua di ogni altro costrutto sulla costituzione ultima delle cose (ad es., nella matematica: il punto; nel linguaggio: le lettere); gli enti ultimi infatti sono costruiti come i concetti geometrici, mai interminati, perché restano sempre rapportabili all'infinito, senza mai raggiungerlo.

> «Ormai sai con sufficiente certezza che nessuna scienza può cogliere la composizione precisa degli [leggi: in] elementi,... [e] Poiché la scienza non riesce a comprendere il punto [finale], percorre con ignoranza i gradi degli elementi, sicché c'è minore ignoranza nella scienza più generale e confusa, mentre in quella singolare che presume di sapere, il difetto è maggiore»[34].

Questa innovazione, che introduce una dinamica illimitata nella scoperta di enti sempre più elementari, lo distacca nettamente dalla scolastica e gli fa prefigurare la ricerca chimica del tempo dopo Lavoisier, che ha dovuto distinguere, oltre le molecole, gli atomi[35].

In definitiva, egli concepisce il tutto secondo la sua spiegazione della realtà: ricondurre l'universo del molteplice all'unità («la ricerca dell'unità nell'alterità»[36]).

> «La discesa [dell'intelletto] nelle specie sensibili non è altro che la loro elevazione dalla molteplicità alla assoluta semplicità…»[37]; e quindi vedere «un universo come un'unità di entità finite tutte uguali nella loro finitudine»[38]. «Per giungere a questo [il penetrare in questi numeri… del mondo superiore], al vedere ed al congetturare tutte le cose a partire dall'unità e dall'alterità, [tu] immagina l'unità come una luce formale, similitudine della unità prima [leggi: simmetria]; l'alterità, invece, come ombra, luogo riposto e lontano dal primo principio semplicissimo, e pesantezza materiale»[39].

Di certo la tabella di Mendeleieff corrisponde proprio a questo sforzo intellettuale di ricondurre il molteplice (di varie ottave, cioè doppie quaterne, di elementi) ad unità: quella data dalla legge della periodicità, una simmetria; la quale è stata ottenuta proprio con una congettura di un ordine intellettuale superiore a quello del riconoscimento della molteplicità degli elementi.

[33] Quindi anche l'universo è senza gerarchie e, al contrario di Galilei, è senza centro, così come è concepito modernamente. Egli parla anche di quattro colori, di quattro sapori, di quattro odori, di quattro elementi della ragione, ecc., ma sempre come congetture ([6] cap. IV).

[34] [6] p. 256.

[35] E anche la ricerca fisica del XX secolo; la quale poi è passata dagli atomi alle tre particelle – protone, neutrone ed elettrone – e poi alle tante particelle elementari, e poi ai quarks, ecc.

[36] [6] pp. 227ss.

[37] N. Cusano: *De coniecturis*, citato da Cassirer [4] p. 51.

[38] [28] p. 333.

[39] [6] p. 226 e poi raffigura il tutto con un interessante disegno che, andando dall'uno al molteplice, può essere inteso come una sintesi astratta della tabella di Mendeleieff.

4. *La dialettica dell'organizzazione teorica. La logica non classica*

Cusano era contro la logica classica, tanto che chiamava i logici aristotelici *Aristotelis secta* [10]. Di fatto, come già ha affermato Cassirer[40], Cusano usa sistematicamente la logica non classica. Possiamo essere precisi più di Cassirer notando che per far avanzare la conoscenza Cusano ragiona soprattutto *per coniecturam*; questa è definita con una frase doppiamente negata che non è equivalente alla sua affermativa corrispondente (FDN, e che perciò introduce la logica non classica)[41]: «*positiva assertio in alteritate veritatem uti est participans*» (le sottolineature indicano le due negazioni di ogni FDN); cioè come asserzione non sulla interezza della verità, ma parzialmente, in quanto essa è relazionata all'altro, diverso da se stesso; per di più la parola *uti*, in quanto è una parola modale, da sola è equivalente ad una doppia negazione; ad es. la parola modale «può» = «non è vero che non sia». Quasi tutte le citazioni precedenti degli scritti di Cusano sono esempi di FDN.

Il suo passare dal fissismo dei quattro elementi ad elementi sempre ulteriormente divisibili comporta che, per definire i nuovi elementi, non può basarsi su certezze; quindi deve fare uso di FDN, così come, per definire gli elementi, fecero Lavoisier[42] e Dalton. È da notare che sono doppie negazioni anche a-tomo e indiviso. È pure FDN la conservazione della materia, di solito espressa così (in parole non metafisiche): Nulla viene dal niente e nulla va in niente.

Inoltre le FDN introducono ad una maniera di organizzare la teoria che è differente da quella deduttiva. Infatti in tutte le sue opere Cusano non si rifà a principi-assiomi, dai quali ricavare verità a priori, da confrontare con la realtà approssimata. In altri termini, la verità della teoria scientifica non viene iniettata dall'alto di una struttura piramidale per deduzione dagli assiomi, ma, mediante la congettura, è proiettata dal basso della conoscenza approssimante la realtà[43].

Tutto ciò gli fa anticipare gli aspetti caratteristici del metodo scientifico della chimica classica, nato con Lavoisier. Infatti il suo linguaggio a FDN e il suo metodo congetturale sono quelli dei chimici, che, nella ricerca degli elementi della materia, non si potevano appoggiare su assiomi, o su tecniche di calcolo matematico, ma sulla capacità di ragionare per congetture, espresse con FDN [14, 15].

Ma occorre notare che Cusano usa la logica non classica senza conoscerla, per intuito. Perciò egli non sa ragionare sempre con quel tipo di frasi. In più egli vuole congetturare anche là dove vale la *coincidentia oppositorum*[44]; il che modernamente significa ragionare in un'altra logica, la paraconsistente: di fatto egli si pone in

[40] [3] pp. 25-28.

[41] Da trent'anni ho utilizzato questo metodo per scoprire novità in tutti i campi dello scibile. Per una introduzione linguistico-logica si veda [17]; per una prima applicazione alla chimica [13].

[42] [27] «Tutte le sostanze che non abbiamo potuto decomporre in alcun modo sono per noi elementi».

[43] [26].

[44] [3] p. 31.

diverse logiche, ma senza saperle definire. Ciò giustifica il linguaggio affabulatore di Cusano.

5. *Conclusioni*

La nascita della scienza moderna è caratterizzabile con precisione quando ci riferiamo ai fondamenti della scienza, dati dalle tre caratteristiche indicate nella introduzione. Nella storia della scienza Cusano appare aver superato lo sforzo intellettuale dell'antichità e del medioevo perché ha concepito le tre dialettiche che saranno a fondamento della scienza moderna. Dopo due secoli, Galilei invece cumula risultati sperimentali sistematicamente e articolatamente su più grandezze fisiche; cioè, questi è decisivo nel promuovere la sola prima dialettica, al costo di restare indeciso sulle altre due dialettiche. Dopo di lui, Newton è decisivo nell'aggiungere risultati sperimentali e promuoverli ad una prima teoria completa e fortemente matematizzata (meccanica); però scegliendo, come inevitabili per la scienza matura, l'infinito in atto e la organizzazione deduttiva; cioè cancella le due dialettiche corrispondenti.

Tre secoli e mezzo dopo Cusano, la chimica è nata come teoria del tutto nuova; perché, da una parte, ha spurgato il metodo sperimentale matematizzato della fisica dalla metafisica ontologica, tornando così a quello in Cusano; e applica questo metodo secondo un progetto molto vicino a quello di Cusano; e, dall'altra, formula una teoria che recupera quei contrasti dialettici (con il paradigma newtoniano) che la concezione della scienza di Cusano aveva con il paradigma aristotelico. Nella chimica infatti ci sono le medesime tre caratteristiche che c'erano in Cusano: 1) la dialettica esperimento (reazione chimica) / ipotesi matematica (proporzioni, senza ontologia); 2) il contrasto dell'infinito solo potenziale (della serie illimitata degli elementi) con l'infinito in atto (della meccanica del tempo); il che fa rinascere nella intera scienza la dialettica tra i due tipi di infinito; 3) il contrasto della propria organizzazione per problema («Quali sono gli elementi della materia?») con l'organizzazione deduttiva della meccanica di Newton; equivalentemente: il contrasto dialettico della sua logica non classica con la logica classica in Newton; il che fa rinascere nella intera scienza queste due dialettiche.

Possiamo sintetizzare il tutto con la tabella 1.

In più, tenendo conto dei tre tipi di conoscenza secondo Cusano (per cui «La nostra mente… è principio di [tre operazioni:] distinzione, proporzione e composizione».)[45], si può ben affermare che in chimica la prima conoscenza, quella dei sensi, riguarda la distinzione delle sostanze con l'assegnazione di nomi (mediante le loro proprietà o oggettive o strutturali di Lavoisier); la conoscenza della *ratio* riguarda le reazioni chimiche (rapporti tra sostanze interagenti, formula della con-

[45] [6] p. 209.

	Cusano	**Galilei**	**Newton**	**Chimica**
Esperimento / Teoria	Dialettica; progetto di una scienza delle sole differenze dei pesi	Dialettica: attuazione sistematica	Idem, fino ad una prima teoria con la matematica potentissima IA	Rinnovo del progetto di scienza delle sole differenze dei pesi; sua attuazione sistematica, che risulta in una teoria
IA / IP	Dialettica	Sa, ma non capisce cosa fare	Annulla la dialettica alla scelta inevitabile IA	Recupera il contrasto dialettico
OA / OP	Contrasto dialettico	Sa, ma non capisce cosa fare	Annulla la dialettica ad una scelta inevitabile OA	Recupera il contrasto dialettico

Legenda: IA = Infinito in Atto; IP = Infinito Potenziale; OA = Organizzazione assiomatica; OP = Organizzazione per risolvere un problema

Tab. 1. Le fondazioni della scienza in Cusano, Galilei, Newton e Chimica.

servazione della materia); e quella dell'*intellectus* la conoscenza congetturale dell'ordinamento ciclico degli elementi nella tabella di Mendeleieff. In definitiva, la struttura teorica della chimica appare essere racchiusa dalla tripartizione della filosofia della conoscenza di Cusano.

In definitiva, possiamo concludere che la chimica è la teoria scientifica che implicitamente ha realizzato la concezione della scienza di Cusano[46]. Dalla storia della scienza inoltre risulta che il ruolo umile (l'«idiota»), ma sapiente, che Cusano si dava davanti al Filosofo, può essere visto nella storia della scienza nel ruolo umile, ma molto più concreto, che la chimica ha avuto davanti alla teoria fisica che ha anche creato «romanzi».

[46] La termodinamica lo è meno perché qui la conoscenza dei sensi è complessa: deve essere precisata distinguendo almeno Q da t, inventando il calorimetro e la scala termometrica. Però il resto è cusaniano: la conoscenza della *ratio* è l'introduzione del rapporto $Q/L = \eta$; la conoscenza dell'intelletto dà il ragionamento congetturale (teorema per assurdo) col quale S. Carnot ha dimostrato che η ha un massimo. Si noti che si può vedere la continuazione della scienza cusaniana delle differenze dei pesi nel principio dei lavori virtuali, nato giustappunto dallo studio esemplare della bilancia, proseguito poi nel principio di Torricelli sull'equilibrio di un sistema di pesi, e infine nel principio di Broensted, valido per tutta la scienza $L = \Delta X \Delta Y$.

BIBLIOGRAFIA

[1] Barreau H., 1989. Les Infinitesimaux et l'Analyse Non-Standard. In: *La Mathématique Non–Standard* (Barreau H., Hartong J. ed.). Paris, Editions du CNRS, Fondements des Sciences, pp. 157-184.
[2] Burtt E.A., 1972. *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (1924). London, Routledge and Kegan, p. 303.
[3] Cassirer E., 1950. *Individuum und Kosmos in der Philosophie der Renaissance.* (tr. it. Firenze, La Nuova Italia) vol. I.
[4] Cassirer E., 1978. *Storia della Filosofia Moderna.* Torino, Einaudi.
[5] Crombie A.C., 1959. *Da S. Agostino a Galilei.* Milano, Feltrinelli, p. 296.
[6] Cusano N., 1440-44? *De Coniecturis.* (tr. it. *Le congetture.* In: *Opere Filosofiche* (a cura di G. Federici Vescovini), 1972, Torino, UTET, 203-301).
[7] Cusano N., 2003. *Dialoghi dell'Idiota* (1440-44?). Firenze, Olschki, a cura di Federici Vescovini.
[8] Cusano N., 1450. *De Staticis Experimentis*, (tr. it. *Gli esperimenti di statica.*, In: *Opere Filosofiche*, *op. cit.*, 521-539).
[9] Cusano N., 1458. *Il Berillo*, in *Opere Filosofiche*, *op. cit.*, 641-687, p. 645.
[10] Cusano N., 1449. *Apologia Doctae Ignorantiae*, fol. 6, tr. it. in *Scritti Filosofici* (a cura di Santinello G., 1980. Zanichelli, Bologna, vol. II, p. 406).
[11] de Gandillac M., 1940. *Nicholas de Cues. Oeuvres Choisis.* Paris, Aubier, p. 28.
[12] Drago A., 1991. Verso la conoscenza dei fondamenti della matematica: l'analisi infinitesimale di Lazare Carnot. In: *Conoscenza e Matematica*. (L. Magnani ed.), Milano, Marcos y Marcos, 427-444.
[13] Drago A., 1990. History of the relationships Chemistry-Mathematics. Fresenius J. Anal. Chem. 337, 220-224. 1991. Erratum, *ibidem*, 340, 787.
[14] Drago A., 1994. Una caratterizzazione della rivoluzione di Lavoisier, in G.B. Marino (ed.): *Atti V Conv. Storia Fond. Chimica*, Atti Acc. Sci. XL, Roma, 127-138.
[15] Drago A., 2007. La maniera di ragionare di Lavoisier, Dalton ed Avogadro durante la nascita della teoria chimica. *Rend. Acc. Naz. delle Scienze detta dei XL, Memorie di Sci. Fisiche e Nat.*, ser. V, 31, pt. II, tomo II, 189-201.
[16] Drago A., 2008. Nicolò Cusano come punto di svolta per la nascita della scienza moderna, Progresso del Mezzogiorno, 32, 39-74.
[17] Drago A., 2009. The discriminating role played by the double negation in linking language to the world. In: *Language and World, 32° Ludwig Wittgenstein Symposium*. (V. Munz, K. Puhl, J. Wang ed.), Kirchberg, ALWS.
[18] Drago A., (?)a. Il ruolo centrale di Cusano nella nascita della scienza moderna. In: *Atti del XXVIII Congr. Naz. SISFA,* Bergamo, 2008 in stampa.
[19] Drago A., (?)b. Quando è nata la scienza moderna? Quale ruolo ha avuto Galilei?. In: *Atti del XXIX Congresso SISFA*, Firenze, 2009 in stampa.
[20] Federici Vescovini G., 1997. Cusano e la matematica. In: *Filosofia e storia della cultura* (Cacciatore G. et al. ed.), Napoli, Morano, 393-410, p. 396.
[21] Klibansky R., 1953, Copernic et Nicholas de Cues. In: *Léonard de Vinci et l'éxperience scientifique au XVIe siècle*, Paris, 225-235.
[22] Koyré A., 1948. *Dal mondo del press'a poco all'universo della precisione*. (tr. it. 1970. Torino, Einaudi, pp. 97-111).
[23] Koyré A., 1959. *Dal mondo chiuso all'Universo infinito*. (tr. it. 1970, Milano, Feltrinelli).
[24] Koyré A., 1965. *Studi Newtoniani.* (tr. it. 1972. Torino, Einaudi).
[25] Kuhn T.S., 1969. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche.* Torino, Einaudi.
[26] Lakatos I., 1976. *Philosophical Papers*, Oxford U.P., Oxford, vol. 1.

[27] Lavoisier A.-L., 1789. *Traité élémentaire de Chimie.* Paris, p. 8.
[28] McTighe T.P., 1970. Nicholas of Cusa's theory of science and its metaphysical background. In: *Nicola Cusano agli inizi del mondo moderno* (G. Santinello ed.), Sansoni, Firenze, 317-338.
[29] Multhauf R.P., 1978. The Science of Matter. In: *Science in the Middle Age.* (Linberg D.C. ed.), Chicago, Chicago U.P., 369-390, p. 386.
[30] Reale G., 2004. *Storia della Filosofia Greca e romana.* Milano, Bompiani.
[31] Reale G., 2009. «Henologia» ed «Ontologia»: i due tipi di metafisica creati dai Greci. In: *La Filosofia di Lanza del Vasto. Un ponte tra Occidente ed Oriente* (Drago A., Trianni P. ed.), Milano Il Grande Vetro / Jaca book, 153-164.
[32] Santinello G., 1987[2]. *Introduzione a Niccolò Cusano*, Bari, Laterza.
[33] Thackray A., 1980. *Atomi e Forze*, Bologna, Il Mulino.
[34] Vanstenbeerghe E., 1920. *Le cardinal Nicolas de Cues.* Paris.
[35] Venel F., 1773. Chymie. In: *Éncyclopédie Française* (Diderot D., Le Ronde D'Alembert J. ed.), Livorno, vol. III.
[36] Wisan W.L., 1974. The New Science of Motion. A Study of Galileo's *De motu locali*, Archive of History of Exact Sciences, 13, 103-306, pp. 136-161.