

1.1. V.I. Vernadskij, scienziato enciclopedico

Nei paesi occidentali il nome di Vladimir Ivanovic Vernadskij non è molto conosciuto, se non tra gli scienziati che si occupano di alcuni settori specifici di ricerca (in particolare la geochimica e la biogeochimica). Eppure si tratta di un autore di grande rilievo, che ha contribuito in maniera decisiva a porre le basi di un intero indirizzo di indagine, quello che guarda con particolare interesse alla intricatissima rete di interrelazioni che collegano tutte le realtà della vita con tutte le realtà dell'ambiente, e da cui sono scaturite, tra l'altro, l'ecologia in senso moderno e la teoria generale dei sistemi.

Nato a Pietroburgo il 12 marzo 1863 e morto a Mosca il 6 gennaio 1945 Vernadskij fu uno scienziato autenticamente enciclopedico: geochimico, fondatore di un nuovo orientamento evoluzionistico in mineralogia e della biogeochimica, si occupò attivamente di radiogeologia, di cui riconobbe, tra i primi, la grande importanza, e di cristallografia. Si dedicò inoltre in maniera tutt'altro che occasionale alla storia del pensiero scientifico e alla riflessione epistemologica: e le pagine raccolte in questo volume fanno per l'appunto riferimento a quest'ultimo campo dei suoi vasti interessi. Conosceva quindici lingue e cercava di tenersi regolarmente al corrente delle opere di maggiore rilevanza riguardanti non soltanto i suoi campi diretti di studio, la geologia, la mineralogia, la cristallografia, la geochimica, la pedologia e la petrografia in primo luogo, ma anche la chimica, la fisica, la geofisica, la matematica, l'astronomia, la cosmologia, la biologia, la medicina, la filosofia, la storia della scienza e delle culture dei paesi orientali e africani, la letteratura, l'arte, l'architettura.

A chi gli chiedeva se non ritenesse dispersivo prestare attenzione a tanti problemi diversi rispondeva: " Io non mi ritengo affatto un uomo dai molteplici interessi: semplicemente mi è talvolta accaduto di spingermi piuttosto al di là e al di fuori del mio orizzonte consueto di ricerca al fine di cercare di rispondere a problemi, che si presentavano nell' ambito di esso, a domande che bisognava porre alla natura. Poi a poco a poco questo sconfinamento mi ha affascinato e attratto sempre di più, e ho cominciato a riflettere sull'edificio della scienza nella sua globalità"¹. Quanto naturale fosse per lui questo passaggio da tematiche circoscritte ad argomenti generali, concernenti la concezione del mondo nel suo complesso, lo dimostra del resto la risposta a uno dei quesiti che figurano nel questionario sottopostogli in occasione del suo 80° compleanno, il seguente: " Qual è, a suo giudizio, l'aspetto più caratteristico e importante nell'organizzazione da lei data al suo lavoro di scienziato?". Vernadskij scrisse: " Ritengo che con tutta probabilità esso vada individuato nel suo carattere sistematico e nella costante tendenza a comprendere il mondo circostante. Oltre a ciò attribuisco un grandissimo significato ai problemi dell'etica"².

L'aspirazione a penetrare in profondità nei segreti della realtà che lo circondava in tutte le sue pieghe fu lo stimolo che lo spinse a impegnarsi con passione nell'attività di ricerca; la sistematicità il suo principale strumento di lavoro e l'etica l'orizzonte complessivo all'interno del quale inseriva costantemente le sue indagini e che costituiva una delle chiavi d'accesso per determinare la fecondità del percorso intrapreso. Il tutto sorretto da un'inesauribile sete di conoscenza: "Sai - scriveva alla moglie in una lettera datata 2 luglio 1887 - non c'è nulla di più forte e intenso del desiderio di sapere, della forza del dubbio; sai, quando nella conoscenza dei fatti ti spingi sino a chiederti perché,

¹ B. G. Kuznecov, *Vstreci* (Incontri), Moskva, Nauka, 1984, p. 36

² *Istoriceskaja anketa V.I. Vernadskogo* (Questionario storico di V.I. Vernadskij), 'Priroda', 1967, n. 9, p. 97

per quale ragione' a queste domande devi a tutti i costi trovare una risposta e una spiegazione, in un modo o nell'altro, ai problemi che stanno alla base di esse devi riuscire a dare una soluzione, qualunque sia. E questa ricerca, questa brama sono il fondamento di ogni attività scientifica"³.

Il "gusto per lo sconfinamento", motivato da questo impulso ad affrontare e a tentare di risolvere le diverse questioni che via via gli si paravano dinanzi nella sua indagine dei fenomeni naturali, senza rifugiarsi nel comodo "alibi" del richiamo alla specificità della propria formazione e del proprio settore di competenza, fu la molla che lo indusse costantemente a passare "dal particolare al generale". Egli si rendeva però conto, contemporaneamente, dell'esigenza di non scadere nel generico, e per questo nell'operare il suddetto passaggio non perse mai di vista il riferimento a quell'ideale di precisione e concretezza che ne guidò sempre il pensiero e l'opera. Non amava per questo gli schemi in cui si perdeva ogni traccia dei dettagli, né gli piaceva il termine "astrazione", che non a caso non compare presso che mai nei suoi scritti, sostituito quasi sempre dal sostantivo "generalizzazione" accompagnato, per giunta, e temperato, dall'aggettivo "empirica". Questo non gli impedì però, come detto e come vedremo direttamente, di acquisire un'invidiabile ampiezza di vedute e di orizzonte, che tra l'altro lo mise in condizione di interrogarsi con largo anticipo su tematiche divenute consuete e familiari solo diversi anni dopo. Ed è interessante rilevare come egli sia riuscito a combinare questi per lui imprescindibili caratteri di nitidezza e di rispetto del particolare e dello specifico dei concetti usati con l'estensione, la profondità e la capacità di innalzarsi a un non comune livello di generalità della sua prospettiva teorica. Le idee guida della sua attività di ricerca presentano un grado di "concentrazione" che ne fanno veri e propri "insiemi densi", in cui confluiscono e si ricombinano in modo originale spunti di riflessione ed elementi provenienti da quadri disciplinari e da stili di pensiero diversi. Questa caratteristica di densità la riscontriamo, del resto, anche nell'ambiente in cui Vernadskij si formò: la Pietroburgo degli ultimi decenni del XIX secolo e dei primissimi anni del XX era, a sua volta, uno scenario ove si realizzavano un intenso scambio dialogico e una singolare convergenza di ricerche di tipo eterogeneo, un laboratorio di sperimentazione dove convivevano, fondendosi al di là di ogni confine disciplinare, punti di vista e modalità interpretative e d'indagine fortemente eterogenei. La città, fortemente voluta e costruita da Pietro il Grande con l'obiettivo di farne una "finestra sull'Europa", presentava in quel periodo quella concentrazione di personalità di grande talento in uno spazio ridotto e in un arco di tempo ristretto, racchiuso nel succedersi di pochissime generazioni, che ne facevano un "cronotopo denso di tempo", per usare un'espressione coniata più tardi per l'opera di Goethe da un altro grande pensatore che si formò, almeno parzialmente, a Pietroburgo e che, come vedremo, ha un debito intellettuale tutt'altro che irrilevante nei confronti di Vernadskij, e cioè Michail Bachtin. Questa "densità", a giudizio dello stesso Vernadskij, è una condizione non certo sufficiente ma perlomeno necessaria a dar vita a quella eccezionale fioritura della cultura in tutte le sue manifestazioni che caratterizza alcune poche fasi della storia dell'umanità, e che autorizza a parlare di *esplosione della creatività scientifica, filosofica e artistica*. Si tratta di un fenomeno che si riscontra " in specifici periodi, durante i quali si addensano in una medesima o in alcune poche generazioni, in uno stesso paese o in un'area geografica e culturale comunque ristretta personalità dotate di grande ingegno e la cui intelligenza dà luogo a una forza complessiva, capace di incidere sulla biosfera e di mutarne il corso. La loro *comparsa sulla scena sociale e culturale* è un fatto reale, strettamente legato alla struttura

³ V.I. Vernadskij, *Pis'ma N.E. Vernadskoj. 1886-1889* (Lettere a N. E. Vernadskaja), Moskva, Nauka, 1988, pp. 106-107

dell'uomo, che si può a sua volta esprimere sotto forma di fenomeno naturale. Le condizioni sociali e politiche, che assecondano la libera manifestazione delle loro potenzialità intellettuali e spirituali, acquistano importanza e valore soltanto una volta che ci sia la *disponibilità* di questi talenti: esse però non possono in alcun modo determinarne la comparsa. Sappiamo benissimo infatti che queste individualità di elevato profilo e livello costituiscono un fenomeno raro, che non ha luogo sempre e ovunque. Spesso dopo la loro uscita di scena bisogna attendere secoli prima di vederne spuntare altri, capaci di riprendere le fila del discorso dai primi imbastito.

E' possibile che perché abbiano luogo questi periodi di intensa creatività scientifica si debbano verificare congiuntamente entrambe le condizioni: sia la nascita di personalità eccezionali, concentrate in poche generazioni vicine, sia il realizzarsi di condizioni ambientali, soprattutto politico-sociali, favorevoli.

Tra le due condizioni continuo però a ritenere che quella decisiva sia la prima. E' infatti grazie a essa che si può avere quella che abbiamo chiamato l'esplosione della creatività scientifica e culturale: in mancanza di essa nulla del genere può accadere"⁴ {4}.

1.2. La Pietroburgo della fine del XIX secolo, scenario "denso"

Al centro di questo laboratorio "denso", che era la Pietroburgo degli anni '80 del XIX secolo, c'era indubbiamente l'Università nella quale operavano ricercatori e docenti di primissimo piano. "L' università", scrive infatti lo stesso Vernadskij, "ebbe su tutti noi una grandissima influenza. Fu essa a darci per prima la possibilità di dar libero corso a quella ricca vita interiore, che era germogliata e si era sviluppata in noi ma non aveva potuto manifestarsi nell'ambiente ammuffito del ginnasio. Frequentare i corsi universitari costituì davvero per noi una vera e propria liberazione spirituale [...], soprattutto perché a quel tempo l'Università di Pietroburgo era davvero di eccellente livello. Per limitarmi alla Facoltà di fisica-matematica, e in particolare alla sezione di scienze naturali, che io frequentai e nella quale mi laurea nel 1885, potevamo disporre di docenti quali D.I. Mendeleev, A. N. Beketov, V.V. Dokucaev, A. S. Famincyn, M. N. Bogdanov, N. P. Vagner, I. M. Secenov, F. V. Ovsjannikov, P. A. Kostycev, A.A. Inostrancev, A.I. Voejkov, F.F. Petrusenskij, A. M. Butlerov, M.I. Konovalov, personalità, queste, che hanno lasciato tutte una grande traccia nella storia della scienza del nostro paese. Le lezioni di molti di essi - in primo luogo quelle di Mendeleev, Beketov, Dokucaev- aprirono davanti ai nostri occhi un mondo del tutto nuovo, e ci indussero a gettarci a capofitto, con grande passione e con tutte le nostre energie, nel lavoro scientifico, al quale negli anni precedenti eravamo stati preparati in modo così poco sistematico e incompleto. Gli otto anni trascorsi nelle classi ginnasiali ci apparvero in tutta la loro inutilità: si era trattato in gran parte di una vera e propria perdita di tempo, una prova e un cimento del tutto inutili, al quale eravamo costretti a sottoporci da un sistema scolastico fortemente voluto e difeso da una politica governativa, che provocava la nostra sorda indignazione. Queste nostre idee e questi nostri sentimenti trovavano in particolar modo alimento e chiara espressione nelle lezioni di D. I. Mendeleev, personalità che pur essendo, com'è noto, di idee politiche moderate, piuttosto inclini al conservatorismo, riusciva tuttavia come nessun altro a eccitare in noi lo spirito di libertà e umori orientati verso l'opposizione. Egli aveva la straordinaria capacità di tratteggiare in modo chiaro e particolarmente attraente, appropriato e forte le sterminate e praticamente infinite frontiere della conoscenza esatta, il loro significato e la loro incidenza nella storia e nello sviluppo dell'umanità, e di far risaltare in rapporto a esse la totale mancanza di consistenza e inutilità della

⁴ V.I. Vernadskij, *Mysli o sovremennom znacenii istorii znaniij* (Pensieri sul significato attuale della storia delle conoscenze), in V.I. Vernadskij, *Trudy po vseobscej istorii nauki* (Lavori di storia generale della scienza), Moskva, Nauka, 1988, pp. 215-216

formazione ginnasiale, che ci aveva oppresso e soffocato nei lunghi anni della nostra infanzia e adolescenza. Le sue lezioni avevano su di noi l'effetto della liberazione da una morsa e ci introducevano in un nuovo, straordinario mondo: il clima che si respirava in quell'aula 7, sempre gremitissima, dove Dmitrij Ivanovic teneva i suoi corsi, era tale da stimolare le più profonde e riposte aspirazioni della personalità umana verso la conoscenza e la sua applicazione attiva e pratica e da indurre molti di noi a giungere a conclusioni logiche e ad assumere posizioni del tutto inattese anche per noi stessi e lontane dai nostri rispettivi punti di partenza. Aveva quindi perfettamente ragione D. A. Tolstoj, con il suo fiuto da inquisitore politico, a nutrire il massimo sospetto nei confronti di Mendeleev e a fare di tutto perché venisse escluso dall'Accademia delle scienze di San Pietroburgo, di cui in effetti non riuscì mai a diventare membro effettivo. In seguito, quando io e i compagni del mio corso ci eravamo già laureati, lo indusse addirittura, contro il suo volere, a lasciare l'Università"⁵.

L'atmosfera culturale che si poteva respirare all'interno della Facoltà di fisico-matematica dell'Università di Pietroburgo era dunque di particolarmente stimolante e tale da esercitare una profonda influenza sui giovani studenti che frequentavano i corsi. Essa era dominata, come attesta anche Vernadskij, dalla eccezionale personalità di Mendeleev, ma anche gli altri docenti ricordati erano ricercatori e maestri di prim'ordine. Butlerov, il grande antagonista di Mendeleev nella controversia sullo spiritismo⁶, è uno dei fondatori della teoria della struttura nella chimica organica; Dokucaev geografo, padre della scuola pedologica russa, è uno dei precursori della concezione geografica della biosfera; Secenov, grande fisiologo che si è occupato soprattutto dell'attività del sistema nervoso centrale, è anche l'iniziatore di un indirizzo di ricerche psicologiche interamente basato sulla fisiologia. Le sue pubblicazioni, raccolte nel volume *Refleksy golovnogo mozga. Popytka vvesti fiziologičeskie osnovy v psihiceskie processy* (I riflessi encefalici. Tentativo di porre i processi psichici su basi fisiologiche), uscite tra il 1863 e il 1866, furono al centro di un'animata discussione culturale nella Russia del tempo, che vide coinvolti non soltanto scienziati, ma anche filosofi e scrittori.

In questo ambiente, ricco di stimoli eterogenei e a volte contraddittori, Vernadskij si formò e venne progressivamente maturando i suoi molteplici interessi. Degli impulsi che gli provenivano dalla vita culturale della San Pietroburgo di quegli anni raccolse soprattutto l'idea della profonda interconnessione tra scienza, filosofia e arte, che considerò sempre modalità differenti di conoscenza del mondo circostante, legate però da un nesso di mutua complementarità e interdipendenza: "Lo sviluppo del pensiero scientifico", scrisse nella sua autobiografia, "non procede mai a lungo seguendo le sole strade della deduzione o dell'induzione. Esso deve invece avere le sue radici in un altro campo, più colmo di poesia e di fantasia: si tratta del campo della vita, o di quello dell'arte, o ancora di un dominio non strettamente legato alla pura deduzione o

⁵ V.I. Vernadskij, *Otrybki iz vospominanij o A.N. Krasnove* (Frammenti dai ricordi di A.N. Krasnov), in V.I. Vernadskij, *Trudy po istorii nauki v Rossii* (Lavori sulla storia della scienza in Russia), Moskva, Nauka, 1988, p. 328, 329. Sulla personalità di Mendeleev e sul suo travagliato rapporto con il conte Tolstoj, ministro della Pubblica istruzione e rappresentante della reazione classicistica nelle scuole, poi nominato da Alessandro III nell'aprile del 1882 Presidente dell'Accademia delle scienze di San Pietroburgo, mi permetto di rinviare alla mia Introduzione a D.I. Mendeleev, *Sullo spiritismo*, Torino, Boringhieri, 1992.

⁶ Si veda in proposito il già citato volume di Mendeleev, *Sullo spiritismo*, in particolare lo studio introduttivo.

induzione o a un processo di stampo esclusivamente razionalistico, quello della filosofia"⁷.

L'arte fu sempre considerata da Vernadskij uno specifico ambito di conoscenza. Qui, a suo giudizio, non si è sottoposti alle restrizioni e alle costrizioni del linguaggio e delle concrete situazioni storiche e della vita quotidiana: "l'arte, per sua stessa essenza, è *capacità di sollevarsi al di sopra del concreto*, ha a che fare con concetti *general* e non con casi particolari e specifici [...] Per questo l'assoluto può trovare un qualche riflesso soltanto nell'arte, che ce ne restituisce in qualche modo il profilo eterno"⁸.

Come Mendeleev amava molto e citava spesso, anche nei suoi lavori scientifici, le poesie di Fëdor Tjutcev, una in particolare, la stessa prediletta anche dal grande chimico che egli considerava il suo "maestro spirituale": *Silentium!*, composta dal poeta probabilmente nel 1830:

"Taci, nasconditi ed occulta
i proprio sogni e sentimenti;
che nel profondo dell'anima tua
sorgano e volgano a tramonto
silenti, come nella notte
gli astri: contemplali tu e taci.

Può palesarsi il cuore mai?
Un altro potrà mai capirti?
Intenderà di che tu vivi?
Pensiero espresso è già menzogna.

Torba diviene la sommossa
fonte: tu ad essa bevi e taci.
Sappi in te stesso vivere soltanto.

Dentro te celi tutto un mondo
d'arcani, magici pensieri,
quali il fragore esterno introna,
quali il diurno raggio sperde:
ascolta il loro canto e taci!..."⁹

A colpirlo in particolar modo era il verso: "Pensiero espresso è già menzogna": l'arte è magia proprio per questa capacità che ha di rendere in qualche modo l'inespresso e l'inesprimibile, di cogliere e comunicare anche ciò di cui non si sa e non si può parlare. E' la magia "di un qualunque musicista di valore - Bach, o Beethoven, o Mozart, o qualunque altro- che sa come penetrare nella profondità delle cose, 'sino in fondo', senza l'ausilio delle parole"¹⁰.

⁷ *Stranicy avtobiografii V. I. Vernadskogo* (Pagine dell'autobiografia di V. I. Vernadskij), Moskva, Nauka, 1985, p. 193

⁸ V.I. Vernadskij, *Mysli i zamecanija o literature i isskusstve*, (Pensieri e osservazioni sulla letteratura e sull'arte), in A.A.V.V., *Puti v neznaemoe* (Sentieri verso l'ignoto), Moskva, "Sov. Pisatel' ", 1966, fasc. 6, p. 420.

⁹ F. Tjutcev, *Poesie*, tr. di T. Landolfi, Torino, Einaudi, 1964, p. 40.

¹⁰ *Perepiska V.I. Vernadskogo s B. L. Lickovym. 1940-1944* (Corrispondenza di V. I. Vernadskij con B. L. Lickov. 1940-1944), Moskva, Nauka, 1980, p. 40.

3. I due maestri: Vasilij Vasil'evic Dokucaev e Dmitrij Ivanovic Mendeleev

All' università di san Pietroburgo Vernadskij subì soprattutto il fascino e l'influenza di due dei docenti che operavano all'interno della Facoltà di fisica-matematica, e cioè Vasilij Vasil'evic Dokucaev, il suo maestro vero e proprio, colui che lo indirizzò verso lo studio delle geosfere e che formò in lui gli interessi di carattere geochimico, e Dmitrij Ivanovic Mendeleev, che fu invece il suo maestro spirituale, la sua guida e il suo punto di riferimento costante per quanto riguarda l'impostazione generale della linea di ricerca e l'elaborazione delle problematiche da affrontare.

Dokucaev nel 1879 aveva svolto all'università il primo corso di geologia quaternaria che si rammenti negli annali della storia della scienza e a partire dall'anno successivo aveva assunto la titolarità della cattedra di mineralogia e cristallografia. Percorrendo con i suoi collaboratori grandi tratti del territorio della Russia europea si rese conto che con il variare delle condizioni climatiche mutava non solo la coltre vegetale, ma anche la natura dei suoli. La cosa era resa particolarmente evidente grazie alla specifica situazione che si registrava nelle grandi pianure russe, dove morfologia e substrato non cambiavano molto e quindi l'azione del clima sulla vegetazione e sulla pedogenesi era meglio osservabile.

Egli constatò inoltre che muovendo dalla pianura e risalendo le pendici di una catena montuosa si incontravano varie fasce di vegetazione a cui si sovrapponevano, ovviamente senza identificarvisi, fasce caratterizzate da suoli assai diversi.

Sulla base di queste osservazioni giunse a sviluppare uno dei concetti centrali dell'intera sua impostazione di studio e di ricerca, quello di paesaggio geografico come unità dei processi, che si verificano sulla superficie terrestre, e attribuì particolare importanza alla distribuzione zonale geografica dei suoli, perché proprio nei suoli si realizza un più intimo incontro del mondo organico col mondo inorganico e perché proprio i suoli dimostrano una più significativa distribuzione in zone altitudinali.

Questa impostazione gli permise di elaborare i concetti di zonalità orizzontale e zonalità verticale, intendendo con queste espressioni il susseguirsi delle varie regioni pedoclimatiche secondo la latitudine, dall'equatore ai poli, e delle diverse fasce disposte secondo l'altitudine nei grandi complessi montuosi. Queste idee ebbero una grandissima influenza sullo sviluppo di diversi settori della ricerca scientifica.

Nel quadro generale di questa direzione di indagine, caratterizzata da una forte impronta di tipo genetico ed evolutivo, egli riprese e inserì lo studio della terra nera russa, a cui si era dedicato già all'inizio della sua attività di ricerca, "terra benefica, che rappresenta la ricchezza fondamentale della Russia, che non ha confronto con nessun'altra"¹¹. E nel dar corso a questi suoi interessi di carattere teorico egli non perdeva mai d'occhio le risultanze pratiche che ne potevano scaturire, convinto che risultati significativi e conseguenze importanti dal punto di vista applicativo potessero emergere soltanto da un'analisi attenta e rigorosa dei fenomeni naturali e delle loro relazioni reciproche e da un approccio capace di prendere in considerazione, nei limiti del possibile, la natura nella sua globalità, come un qualcosa di unico e indissolubile, e non singoli suoi aspetti o parti.

Del suo maestro, che nel 1894, tre anni prima del suo collocamento a riposo per motivi di salute andò a occupare la prima cattedra di pedologia istituita in Russia, Vernadskij ricordò sempre e apprezzò in particolare questo aspetto, che egli ereditò e a cui cercò costantemente di ispirarsi nello sviluppare il suo programma di ricerca. Questa impostazione di carattere sistemico e olistico, il cui significato viene sottolineato con

¹¹ V.V. Dokucaev, *Russkij cernozem* (La terra nera russa), in *Socinenija* (Opere), vol. 3, Moskva-Leningrad, AN SSSR,1949, p.495

particolare vigore nel frammento *L'importanza di comprendere i fenomeni nella loro globalità*, datato 20 agosto 1920¹², era a suo giudizio tanto più efficace nell'impostazione del maestro, in quanto questi non l'intendeva come una metodologia generica e priva della necessaria precisione, ma ne traeva lo spunto per costruire con la massima consapevolezza l'oggetto specifico della propria ricerca, vale a dire *il terreno naturale* o *suolo*. Questo è un tratto caratteristico della massima importanza del lavoro di Dokucaev, secondo Vernadskij, che infatti lo ribadisce con grande forza nel ricordo che gli dedica.

L'approccio sistemico consentì a Dokucaev di assumere il "suolo" come entità vivente, in continua trasformazione, come il risultato delle molteplici trasformazioni avvenute a carico del substrato a opera degli agenti climatici e biologici. Tali azioni hanno avuto luogo in una determinata posizione del paesaggio e sono state di durata più o meno lunga. Quasi sempre c'è stata altresì un'influenza diretta o indiretta dell'uomo, spesso di considerevole entità. In questo modo nella definizione e nello studio di questo oggetto venivano a confluire considerazioni e indagini concernenti il substrato pedologico, il clima, la vegetazione, la microflora e la fauna del suolo, il rilievo, il tempo e l'uomo. "Egli si rese conto che l'oggetto specifico, che si ottiene in questo modo, non può in alcun modo essere confuso con la parte superiore, resa soffice in seguito a un'azione meccanica e via via modificata, che si stende sotto il terreno roccioso. Questa sua idea penetrò in modo lento e progressivo nella coscienza comune, non senza essere andata prima incontro a una serie nutrita di obiezioni. Ci sono del resto molti elementi di indeterminatezza e di vaghezza legati a essa. Ad esempio non è affatto chiaro dove si debba tracciare il confine inferiore del suolo o terreno naturale così definito, come pure non è per nulla evidente la differenza tra i suoli e i prodotti soffici di alcune alterazioni chimiche sul globo terrestre. Ma questi elementi di indeterminatezza non spariscono certo se si riconduce il concetto di suolo a quello di terreno roccioso, con il quale esso è stato a lungo confuso, secondo un'impostazione che Dokucaev si incaricò di confutare, al contrario in tal caso essi si ingigantiscono e si moltiplicano, divenendo altresì più marcati e meno facilmente risolvibili"¹³. Fu proprio la riflessione e l'approfondimento di questo aspetto dell'impegno teorico del suo maestro a portare Vernadskij a interrogarsi, come vedremo più oltre, sul problema del rapporto tra "oggetto reale" e "oggetto della conoscenza" e sulla questione, cruciale nella sua impostazione, del "confine" tra sistemi e ambiti differenti.

Ancora più netta, anche se non altrettanto facilmente identificabile e riconducibile a specifici punti, fu l'influenza esercitata sul giovane Vernadskij da Mendeleev. In questo caso più che di stimolo all'elaborazione di un determinato itinerario di ricerca o all'analisi di particolari temi si deve parlare di incidenza sulla costruzione dello "stile di pensiero", dell'orizzonte teorico, del modo stesso di porsi di fronte ai complessi problemi che in quegli anni travagliavano non soltanto il mondo della ricerca, ma la società russa nel suo complesso. Nel 1890 il grande chimico russo era stato costretto a lasciare l'Università. La causa occasionale di questo difficile passo fu la ripresa delle agitazioni studentesche, che a partire dai primi di marzo di quell'anno rese particolarmente caldo e difficile il clima dentro l'università di san Pietroburgo. In tale circostanza egli si offrì di fare da tramite tra i giovani e il ministro dell'istruzione nazionale, conte Deljanov, che conosceva di persona, trasmettendo a quest'ultimo un documento scritto nel quale venivano precisati i motivi della protesta e le richieste

¹² Si veda il presente volume, pp.

¹³ V.I. Vernadskij, *Stranica iz istorii pocvovedenija. Pamjati V.V. Dokucaeva* (Pagina di storia della pedologia. Ricordi di V. V. Dokucaev), in *Trudy po istorii nauki v Rossii* (Lavori di storia della scienza in Russia), Moskva, Nauka, 1988, p.280.

avanzate. Deljanov fece rispondere con una nota dal tono freddo e burocratico, che irritò Mendeleev al punto da fargli assumere la decisione irrevocabile di abbandonare l'insegnamento. Consegnò dunque al rettore la sua lettera di dimissioni accettando soltanto, su richiesta di quest'ultimo, di portare a termine i corsi di quell'anno, alla cui conclusione mancavano meno di tre mesi. Alla fine di quell'anno accademico tenne così la sua ultima lezione in un auditorio strapieno. Uno dei presenti la stenografò integralmente, per cui ne conosciamo il testo.

Iniziò guardandosi attorno e rallegrandosi che tanta gente fosse convenuta in quell'aula per "sentir parlare di chimica". E, in effetti, cominciò come se si trattasse di una delle solite lezioni di chimica:

"Il manganese...". Ma subito si arrestò e così continuò:

"Fino ad oggi i minerali di manganese, come del resto quasi tutte le altre ricchezze russe, a cominciare dall'oro, dal rame, dal ferro, per continuare col carbon fossile, il petrolio e via di seguito, sono stati trovati, si può dire, soltanto perché sono balzati agli occhi e il contadino, il circasso, il persiano, il cosacco che li aveva rinvenuti ha avvertito della sua scoperta chi di dovere. Non è così che dovrebbero andare le cose, e di fatto non vanno così laddove il progresso è giunto fino a un livello avanzato: oltre a ciò, quello che affiora per caso sulla superficie terrestre e può essere visto direttamente è ben poca cosa rispetto alla grande massa di ricchezze che vi sono in profondità, nelle viscere della terra, e occorre disporre della lanterna della scienza per illuminare queste profondità e vedere nelle tenebre. E se voi darete il vostro contributo al fine di introdurre questa lanterna della conoscenza in Russia, farete proprio ciò che la Russia si attende da voi. Da che cosa, infatti, dipende il suo benessere, da cosa la ricchezza o la povertà del suo popolo e la sua stessa libertà sul piano internazionale? Bisogna rendersi conto che solo la forza e la capacità di badare a se stessi sul piano economico sono in grado di garantire un'effettiva indipendenza: qualunque altro genere di autonomia, che non si basi su di esse, è soltanto fittizia. La tendenza a rafforzare il pensiero soltanto in quelle direzioni e per quegli aspetti che risultano più graditi è, com'è noto, la via che ha portato alla rovina non pochi popoli, che ha accecato persone le quali si sono preoccupate di dare la caccia a sogni e fantasticherie, lasciandosi invece sfuggire proprio ciò che era in effetti necessario per la vita della gente. Se ci preoccupiamo dello sviluppo industriale e cerchiamo di incrementare la presenza e il peso dell'industria nel nostro paese noi non soltanto facciamo qualcosa di concreto, non soltanto riusciamo a dare ai problemi della formazione e dell'istruzione un'impostazione pratica vitale, il che è già di per sé di eccezionale importanza, ma diamo qualcosa alla gente, aumentiamo il suo benessere, cioè facciamo tutto il possibile per incrementare proprio ciò che in effetti manca o è del tutto insufficiente al giorno d'oggi in Russia. Il nostro, essendo un paese in massima parte agricolo, riceve le sue risorse -bisogna dirlo in modo deciso e chiaro- dal saccheggio della superficie terrestre, dalla sottrazione a quest'ultima di tutto ciò che è contenuto in essa. E così, spedendo al di là dei confini il proprio pane, consumando in tal modo irreversibilmente la propria terra, senza minimamente preoccuparsi di reintegrare ciò che viene preso e portato via, la Russia continua senza sosta a rimetterci del suo...".

Dopo questa esplicita premessa Mendeleev si rivolse agli studenti, vera speranza del paese, a suo giudizio, in quanto proprio a loro, che dispongono della "lanterna della scienza", spettava il compito gravoso di assumere la funzione di artefici del progresso. Ma gli studenti, egli aggiunse, potranno assolvere questa esigenza inderogabile per le sorti del paese soltanto se l'Università che li ospita e li forma sa essere effettivamente all'altezza del ruolo che le compete e porsi nei loro confronti come un autentico tempio della scienza, come una vera *alma mater*. E, significativamente, le ultime parole che il grande chimico russo pronunciò in un'aula universitaria sono volte proprio a delineare

lo spirito che deve penetrare in questo tempio e che deve essere posto alla base del suo funzionamento:

"Questo spirito consiste esclusivamente e interamente in ciò: nell'aspirazione a raggiungere la verità ovunque essa si trovi, -non dunque l'utilità pratica, non il miglioramento personale, o qualunque genere di miglioramento, di carattere politico, o economico- tutto ciò è qualcosa di complementare, si tratta di appendici e accessori: le cose elencate altro non sono che attributi, componenti dell' unica, autentica e fondamentale tendenza che deve alimentare questo spirito, cioè, come si è detto, la volontà di raggiungere la verità ovunque essa si trovi e qualunque essa sia, e non la verità nella forma e secondo l'aspetto nella quale...la si può raggiungere. Quel che bisogna fare per conseguire questo obiettivo non è procacciarsi una qualche chiave per aprire il tempio, entrare in esso direttamente e strappare il velo che avvolge la verità riposta e segreta. Niente di tutto ciò, queste sono favole, sciocchezze, non c'è proprio nessun velo: la verità non è celata agli uomini, essa è in mezzo a noi, diffusa e distribuita in tutto il mondo. La si può cercare ovunque: nella chimica, nella matematica, nella fisica, nella storia, nella letteratura, in tutto ciò che è diretto alla ricerca della verità, e questa è la ragione per cui tutto ciò è congiunto insieme e collegato in ciò che chiamiamo università"¹⁴.

Ho voluto riportare integralmente questo passo perché in esso si compendia in modo mirabile ed efficace lo "stile" della ricerca e dell'insegnamento di Mendeleev, quello "stile" che, come si è visto, secondo la diretta testimonianza di Vernadskij, aveva una "presa" così diretta ed efficace sugli studenti. La tendenza costante a coniugare lo studio e l'analisi teorica con le esigenze pratiche, a non perdere mai di vista, nella sua attività di scienziato, i problemi generali e le esigenze del paese è uno dei tratti caratteristici inconfondibili del pensiero e dell'opera del chimico a cui dobbiamo la legge della periodicità e il sistema periodico degli elementi.

Quanto questo stile di ricerca abbia influito sulla personalità e sugli interesse di Vernadskij lo rivela un episodio, da lui stesso raccontato e al quale egli stesso attribuisce grande importanza, della sua biografia.

" *In piena guerra* , l'Accademia delle scienze dovette prendere atto di un fatto totalmente inatteso, e cioè che nella Russia zarista non si disponeva di dati precisi su quello che ora si chiama la materia prima strategica, per cui fummo costretti a raccogliere in tutta fretta dati sparsi qua e là e a porre rapidamente e alla bell'e meglio rimedio a queste lacune della nostra conoscenza"¹⁵. Fu allora istituita la "Commissione per lo studio delle forze naturali e produttive" del paese, la cosiddetta KEPS, e Vernadskij, che era stato il più tenace sostenitore dell'esigenza di creare questo nuovo organismo, ne fu nominato presidente. Questa Commissione ebbe un ruolo cruciale nel periodo critico della prima guerra mondiale e influi in modo decisivo sul lavoro personale di scienziato dello stesso Vernadskij, sconvolgendo, come egli stesso scrive, la sua *concezione geologica del mondo*: "Fu proprio l'atmosfera di quella guerra, infatti, a spingermi a una visione della natura nuova per me e anche per gli altri contemporanei, in quanto totalmente dimenticata, a una visione a un tempo geochimica e biogeochimica, che comprendeva sia la materia vivente, sia quella inerte e le considera a partire da un unico punto di vista". Nei lavori della Commissione, in particolare, "applicando un approccio geochimico e biogeochimico allo studio dei fenomeni geologici procedemmo a far rientrare tutta la natura circostante in un quadro complessivo considerato sotto l'aspetto atomico. Ciò, senza che io allora me ne rendessi conto, coincideva con quella che ora, *a posteriori* , si è

¹⁴ Citazione tratta da P. V. Sletov e V. A. Sletova, *Mendeleev*, Moskva, Zurnal'no-gazetnoe ob'edinenie, 1933, pp. 120- 121.

¹⁵ V.I. Vernadskij, *Filosofskie mysli naturalista* (Pensieri filosofici di un naturalista), Moskva, Nauka, 1988, p. 503

pienamente manifestato come il tratto caratteristico della scienza del XX secolo, ciò che la distingue da quella dei secoli passati. *Il nostro è infatti il secolo dell'atomismo scientifico* ¹⁶.

Dunque l'esperienza della KEPS può essere considerata cruciale nello sviluppo del pensiero di Vernadskij per un duplice ordine di motivi: in primo luogo ribadiva e dava contenuto e sostanza concreti al rapporto di continuità con l'opera di Mendeleev, fino a quel momento da lui sentito più che altro come un legame affettivo e di riconoscimento del fascino e dell'autorità di un maestro di indiscusso prestigio. La raggiunta consapevolezza dell'assoluta necessità di studiare, catalogare e classificare le risorse naturali, di avviare un'opera di studio sistematico, di presa di possesso e di utilizzazione razionale e consapevole delle forze che l'ambiente mette a nostra disposizione dava ragione a quello che era stato uno dei costanti motivi conduttori dell'attività di scienziato del grande chimico russo, al nesso, per il quale egli si era sempre battuto, tra sviluppo scientifico, crescita economica e industriale e modernizzazione sociale. Sul piano propriamente teorico, poi, quest'esperienza fece progressivamente maturare in Vernadskij l'idea di "noosfera", che dunque non emerge in lui come risposta puramente speculativa a un problema di tipo filosofico generale, ma nasce sul più solido terreno della riflessione sui compiti che la scienza doveva affrontare e cercare di risolvere e sui traguardi che doveva porsi nelle nuove condizioni storiche che si stavano progressivamente affacciando alla ribalta.

4. La "struttura della scienza" e il rapporto scienza/filosofia

"Il pensiero scientifico del nostro tempo" -osserva Vernadskij- "si inoltra con forza e successo che non hanno precedenti in nuovi campi di enorme significato, che precedentemente o non esistevano affatto, o erano di esclusiva pertinenza della filosofia o della religione. Gli orizzonti del sapere scientifico anche solo rispetto al XIX secolo si sono ampliati in modo spettacolare e inatteso.

I problemi, che escono dai confini di un determinato campo di ricerca, danno inevitabilmente luogo a nuovi settori, a nuovi indirizzi d'indagine, che aumentano rapidamente di numero e si moltiplicano con ritmo crescente, dando al pensiero scientifico del nostro secolo un profilo nettamente definito e diverso da quello delle epoche precedenti.

A volte, abbastanza spesso, risulta possibile esprimere già attraverso la denominazione di una nuova disciplina il carattere complesso del suo contenuto, l'originaria appartenenza dei fatti che entrano nel suo orizzonte tematico, dei metodi, delle generalizzazioni empiriche, delle idee guida, delle ipotesi e teorie di cui essa si vale, almeno in una prima fase, a diversi campi tradizionali della ricerca. Così, alla fine del XIX secolo è nata la *chimica fisica*, i cui problemi sono distinti sia dalla fisica, sia dalla chimica ed esigono una sintesi particolare di queste due discipline con prevalenza dell'una (la chimica) sull'altra. Questa prevalenza delle concezioni e dei fenomeni chimici si è tradizionalmente riflesso nella scelta della denominazione: si parlava infatti in questi casi di chimica, e non di fisica. Nel nostro secolo si è poi aggiunto un nuovo indirizzo d'indagine, legato da una relazione di parentela con i precedenti campi di ricerca ma dotato di un proprio profilo spiccato, la *fisica chimica*.

Nell'ambito di essa la propensione verso la fisica è chiara e netta. In entrambi i casi assunti a mo' d'esempio -la chimica fisica e la fisica chimica- la denominazione data definisce in modo immediato e non equivoco le rispettive posizioni nel sistema della conoscenza scientifica, vale a dire nel campo delle scienze chimiche, in un caso, e in quello delle scienze fisiche, dall'altro.

¹⁶ *Ibidem*, p. 503-04

La situazione è invece molto diversa per quel che riguarda la più giovane disciplina del panorama scientifico, nata in tempi molto recenti, cioè la *biogeochimica*.

Anche in essa, come emerge in modo netto dal nome, i fenomeni e le idee di matrice chimica svolgono una funzione primaria, di guida e di orientamento nei confronti di quelli che scaturiscono dalla geologia e dalla biologia, per cui si può dire che, almeno sotto questo aspetto, la denominazione ancora una volta riflette il contenuto.

Tuttavia *gli oggetti chimici* di cui essa si occupa, proprio per le loro peculiarità, non rientrano totalmente nell'ambito della chimica ma vanno piuttosto riferiti a un nuovo, composito e vasto campo di ricerca, e cioè *la fisica degli atomi*. Il nome non esprime dunque compiutamente ed esattamente la sua collocazione nel sistema del sapere.

Da questo punto di vista essa è analoga a quella branca di indagine fisico-chimica, che ha il compito di studiare gli atomi nel loro modo di presentarsi sotto il profilo chimico e che è riferibile sia alla fisica degli atomi, sia alla chimica fisica, così come alla cristallografia, la quale a sua volta deve essere staccata dalla chimica fisica e non è meno vicina alla fisica degli atomi. D'altra parte essa non può essere neppure fatta rientrare nell'ambito della chimica fisica, in quanto del suo oggetto di studio fanno parte in modo preminente le proprietà del nucleo dell' atomo. La metodologia di indagine impiegata è, di conseguenza, diversa.

Altro settore che rientra nella sua orbita è quello della radiologia -- lo studio della disintegrazione dell' atomo e della comparsa degli isotopi. A differenza della chimica alla base di essa bisogna dunque porre gli isotopi, e non gli elementi chimici.

La biogeochimica è legata in modo molto stretto alla *biosfera* e ai suoi processi biologici nella loro manifestazione chimico-atomica.

Del suo campo di pertinenza fanno parte, da un lato, le espressioni geologiche della vita, che hanno luogo sotto questo aspetto, e, dall'altro, i processi biogeochimici all'interno degli organismi, della popolazione vivente del pianeta. In entrambi i casi, dal momento che la biogeochimica è una parte della geochimica, *in qualità di oggetti di studio* vengono assunti non soltanto gli elementi chimici, cioè gli usuali miscugli di isotopi, ma anche i diversi isotopi di un medesimo elemento chimico¹⁷.

Lo sviluppo della scienza, dunque, frantuma di continuo le barriere tra i singoli ambiti disciplinari; e Vernadskij è convinto che la vita più intensa e produttiva della scienza si svolge proprio ai confini dei suoi singoli campi, e non dove e non quando questi campi si chiudono nella propria specificità. Questa sua convinzione è alimentata e sorretta dal suo modo di considerare l'edificio complessivo della scienza e il rapporto che sussiste tra le sue singole branche e articolazioni e tra il sistema della conoscenza scientifica, considerato nel suo insieme, e la filosofia.

"È facile persuadersi che la forza indiscutibile della scienza è legata soltanto a una parte relativamente ridotta dell'attività scientifica, che bisogna quindi assumere come *struttura fondamentale della conoscenza scientifica*. Come vedremo, questa parte ha avuto una storia complessa, non è affatto sorta tutt'a un tratto né si è sviluppata contemporaneamente in tutte le sue articolazioni. Essa comprende *la logica, la matematica* e il complesso di fatti che potremmo chiamare *apparato scientifico*. La scienza è un fenomeno dinamico, si trova perennemente in uno stato di mutamento e di approfondimento, e la sua forza incontestabile compare in forma completa e chiara soltanto nelle epoche nelle quale tutte e tre queste sue espressioni sono *contemporaneamente* in fase di crescita e di approfondimento.

Per quanto riguarda la matematica e la logica, si può tranquillamente dire che esse siano state sempre accettate in questa accezione e che la loro incontestabilità non è stata mai posta in discussione, almeno nei limiti in cui venivano usate correttamente. Diversa è la situazione dell'apparato scientifico, che finora non ha attirato su di sé la necessaria

¹⁷ *Ibidem*, p. 124-25

attenzione dei pensatori e anche degli stessi scienziati, che non lo hanno mai considerato uno dei risultati fondamentali del loro lavoro, ma hanno piuttosto guardato con interesse alle ipotesi e alle teorie -alle spiegazioni, più o meno legate logicamente a esso.

Nella vita quotidiana, dove prevalgono gli interessi concreti e immediati, quelli sociali, filosofici o religiosi, fino a questo momento la consapevolezza dell'eccezionale significato dei fatti stabiliti secondo modalità scientificamente corrette non è sufficientemente sviluppata. L'apparato scientifico è del tutto compenetrato e sostenuto dall'opera di sistematizzazione dei risultati, che si affina e si approfondisce sempre più, e dai metodi di studio e di ricerca. Per questa via la scienza abbraccia ogni giorno e registra e riproduce per il futuro milioni di nuovi fatti e sulla base di essi costruisce una grande quantità di generalizzazioni empiriche più o meno forti. Nessuna teoria o ipotesi scientifica, indipendentemente dal suo significato per quel che concerne l'attività scientifica che si sviluppa, entra a far parte di questo nucleo fondamentale e decisivo della conoscenza scientifica.

Occorre tuttavia ricordare che senza le ipotesi scientifiche non potrebbero in alcun modo essere poste correttamente le generalizzazioni empiriche, né potrebbe essere avviata con successo la critica dei fatti, come pure bisogna considerare che una parte significativa degli stessi fatti, del medesimo apparato scientifico si forma e si sviluppa proprio grazie alle ipotesi e alle teorie scientifiche. L'apparato scientifico deve essere sempre sottoposto a revisione critica e ogni scienziato, nel valutare i fatti e nell'elaborare, sulla base di essi, le generalizzazioni empiriche, deve fare i conti con la possibilità di errori, poiché l'incidenza delle teorie e delle ipotesi scientifiche nell'appurare e i fatti e nell'attribuire a essi il significato spettante può alterare i fatti stessi¹⁸.

La scienza, dunque, per Vernadskij è un sistema che, visto nel suo insieme, " è soggetto a incessanti mutamenti e aggiustamenti, reca le tracce di frequenti correzioni ed è pieno di contraddizioni"; esso "si trova in uno stato di equilibrio dinamico instabile" ed è "costantemente incompiuto dal punto di vista logico e critico"¹⁹. Al centro di questo sistema si trova "un nucleo", costituito dalla matematica, dalla logica, dalla grande massa dei fatti scientifici e delle generalizzazioni empiriche costruite in modo logicamente corretto a partire da essi, che presenta tratti peculiari, che lo distinguono in modo netto dalle altre manifestazioni e creazioni della vita spirituale dell'umanità e dallo stesso pensiero scientifico preso nel suo complesso. In particolare questo nucleo, considerato sincronicamente, e cioè dal punto di vista della sua funzione all'interno della struttura complessiva della scienza di un determinato periodo, ha un carattere di indiscutibilità e di certezza logica che lo pone al riparo da ogni contestazione e ha il potere di costringere chiunque all'assenso, cioè di risultare vincolante per tutti. Se ci si ferma a questa parte centrale il confine tra la scienza e le altre espressioni della cultura umana, la filosofia in primo luogo, esibisce l'aspetto di una *linea di demarcazione netta e invalicabile* . La filosofia, l'arte, la religione ecc. non possono mai pretendere, infatti, di vedersi riconosciuto questo carattere di inderogabilità; e quando lo rivendicano, tradiscono il loro profilo e la loro funzione culturale, riducendosi, di fatto, a caricature di se medesime. Vernadskij è categorico su questo punto: " Alla base del pensiero filosofico sta la libera ricerca della verità. Che questa verità esista e che essa si presenti sotto un'unica veste è, ovviamente, un elemento di fede che può anche essere presente nell'attività creativa del filosofo e condizionarla. Quello che è certo è che, finché questa ipotetica verità ultima non sarà stata trovata, la sua esistenza potrà essere postulata, appunto, come elemento di fede, e nel frattempo non potrà che continuare a sussistere quella varietà e molteplicità di

¹⁸ *Ibidem*, p. 102

¹⁹ *Ibidem*, p. 53

sue espressioni, irriducibili l'una all'altra, che conduce necessariamente alla contemporanea presenza di molti sistemi filosofici rivali. Continua comunque ad aleggiare la domanda: c'è una verità unica, vincolante per tutti e indiscutibile nella sua evidenza? O il libero dubbio e la libera ricerca e l'espressione eterogenea dell'esistente in forme molteplici, tra loro coesistenti, elaborate ed affinate dal punto di vista filosofico, sono appunto questa verità? Ciò che chiamiamo verità non consiste forse nella comprensione del mondo sulla base di questa molteplicità e diversità di prospettive tra loro eterogenee e irriducibili l'una all'altra, di concezioni filosofiche contemporaneamente presenti e operanti nella coscienza dell'umanità? E non è allora questa la sua sola espressione possibile, che le corrisponde proprio per questa sua varietà irriducibile all'unità?

Comunque stiano le cose, quello che è certo è che l'attività di ricerca della filosofia non conduce a nessun risultato vincolante per tutti: ogni acquisizione e concezione può non soltanto essere posta in dubbio, ma, cosa ancora più importante, questo dubbio può entrare a far parte, come elemento costitutivo di pieno diritto, della compagine complessiva del pensiero filosofico di ciascuna epoca. Proprio in questa assenza di elementi e fattori che ciascuno sia obbligato ad acquisire e a riconoscere sta la differenza fondamentale tra i risultati dell'attività filosofica e la costruzione del Cosmo operata dal pensiero scientifico, dove c'è una parte determinata che presenta contenuti dotati, appunto, della prerogativa di essere vincolanti per tutti²⁰.

Una volta riconosciuto questo ineliminabile tratto di distinzione e di eterogeneità tra il pensiero scientifico e quello filosofico occorre però rendersi conto altresì che la scienza non si riduce tutta a questa intelaiatura vincolante per tutti, a questo scheletro che può essere considerato indiscutibile: " Oltre a questo nucleo, noi abbiamo nella scienza una grande quantità di strutture logiche, che pongono i fatti scientifici in relazione reciproca e costituiscono il contenuto della scienza storicamente contingente, e perciò soggetto a mutamenti. Di esso fanno parte le teorie e le ipotesi scientifiche, le cosiddette ipotesi di lavoro, le congetture, le estrapolazioni e via di seguito, la cui attendibilità è generalmente ridotta e varia in misura significativa: e ciò nonostante la loro durata può essere notevole, tanto che possono rimanere in vita anche per secoli. Il tratto che le differenzia rispetto alle concezioni filosofiche e religiose è che qui il rapporto di dipendenza dall' *individualità* , dalla *personalità* di chi le elabora, così chiaro e marcato nel caso delle idee e delle espressioni filosofiche, religiose e artistiche, resta invece in secondo piano. probabilmente ciò dipende dal fatto che si tratta pur sempre di un qualcosa che si basa su fatti scientifici e resta legato a essi, per cui la loro formulazione originaria risente chiaramente di questo rapporto, che ne disciplina e ne limita le modalità di costruzione.

Ci sono stati e ci sono tuttora nella storia della scienza periodi, durante i quali questo tipo di contenuto emerge in primo piano e copre, quasi offusca, il nucleo principale, vale a dire i fatti scientifici, le generalizzazioni empiriche, i sistemi e le classificazioni. Proprio questa complessità della struttura della scienza rende difficile orientarsi in modo semplice in questo labirinto di livelli e piani che si incrociano e tracciare una chiara e netta linea di demarcazione rispetto alla filosofia²¹.

La presenza di questo vasto contesto, costituito dalle ipotesi e dalle teorie scientifiche, nel quale il nucleo "duro" , costituito in massima parte dalle generalizzazioni scientifiche e dalle costruzioni logiche e matematiche, è immerso, fa della scienza nel suo complesso un sistema articolato e variegato. E soprattutto questa area periferica retroagisce su quella centrale, condizionandola e attenuandone il carattere di rigida inderogabilità: infatti " occorre ricordare che senza le ipotesi scientifiche non potrebbero in alcun modo essere

²⁰ *Ibidem*, pp. 304-05

²¹ *Ibidem*, p.112

poste correttamente le generalizzazioni empiriche, né potrebbe essere avviata con successo la critica dei fatti, come pure bisogna considerare che una parte significativa degli stessi fatti, del medesimo apparato scientifico si forma e si sviluppa proprio grazie alle ipotesi e alle teorie scientifiche. L'apparato scientifico deve essere sempre sottoposto a revisione critica e ogni scienziato, nel valutare i fatti e nell'elaborare, sulla base di essi, le generalizzazioni empiriche, deve fare i conti con la possibilità di errori, poiché l'incidenza delle teorie e delle ipotesi scientifiche nell'appurare e i fatti e nell'attribuire a essi il significato spettante può alterare i fatti stessi"²². Si stabilisce così, all'interno dell'edificio della scienza, una dialettica tra il suo "nocciolo duro" e lo sfondo complessivo che gli dà significato e contribuisce in maniera determinante e imprescindibile alla sua stessa "lettura e interpretazione", in virtù della quale si hanno conseguenze di grande rilievo. In primo luogo, in seguito a essa la linea di demarcazione tra scienza e filosofia diventa meno netta e rigida: il "confine tra la filosofia e la scienza - secondo i rispettivi oggetti della loro ricerca- si stempera e svanisce quando si tratta di affrontare le questioni generali della scienza della natura"²³ diventando, di fatto, una membrana semipermeabile, un meccanismo di interfaccia e di reciproca comunicazione e interazione. Ancora una volta, dunque, la linea di confine esibisce la sua duplice natura e funzione. E, in secondo luogo, quel nucleo che, considerato sincronicamente, sotto il profilo del suo ruolo all'interno della struttura complessiva della scienza, esibisce i tratti di indiscutibilità e di inderogabilità che si sono visti, visto diacronicamente, nello sviluppo complessivo della ricerca, appare anch'esso coinvolto nel processo di riconsiderazione e ristrutturazione a cui è soggetto l'intero edificio di cui fa parte. Infatti "l'esplosione della creatività scientifica, attualmente in atto, non è legata soltanto alla creazione di nuovi campi della conoscenza e di nuove branche della ricerca: essa coinvolge l'intero fronte del pensiero scientifico, provoca un mutamento deciso e profondo di tutto, anche dei precedenti concetti scientifici, a volta anche fondamentali, come ad esempio quelli di tempo e di materia, si riflette su tutto il contenuto della scienza, anche sui suoi risultati più antichi, rimasti immobili e fissi per tanto tempo"²⁴. Non si ha dunque, affatto, un processo di accumulazione e di estensione di tipo quantitativo, ma una continua "rivisitazione" dei contenuti precedentemente acquisiti. E dato che, come si è visto "l'incidenza delle teorie e delle ipotesi scientifiche nell'appurare i fatti e nell'attribuire a essi il significato spettante può alterare i fatti stessi", non vi è dubbio che quest'opera di continua "rilettura", "riconsiderazione" e "revisione" riguarda e coinvolge anche il nucleo del pensiero scientifico e della ricerca operativa. E infatti Vernadskij è esplicito e puntuale nel dire che " ad ogni passo, per controllare e comprendere meglio un fatto empirico, espresso sotto il profilo logico mediante parole (e i corrispondenti concetti) ci si rivolge di continuo *non soltanto* all'analisi logica del concetto corrispondente, ma anche a un'ulteriore verifica sulla base di nuove osservazioni ed esperimenti, per cui si finisce sempre col tornare al fenomeno sperimentale di partenza o all'oggetto naturale osservato.

Nel corso dell'attività scientifica, pertanto, non ci si limita soltanto a stabilire sempre nuovi fatti e fenomeni, a effettuare nuovi esperimenti e a sfornare nuove osservazioni: gran parte del lavoro consiste anche nella revisione e nel controllo degli esperimenti già fatti, nella riconsiderazione dei dati e dei processi già appurati, nell'insistito ritorno al punto di partenza, nel ripensamento dei concetti acquisiti. Anzi, se si guarda alla realtà della situazione, si può dire che proprio questa sia l'attività prevalente in campo

²² *Ibidem*, p.101

²³ *Ibidem*, p. 111

²⁴ *Ibidem*, p. 110

scientifico. Durante i periodi di crisi o di stasi questa prevalenza si accentua in modo tale da diventare patologica"²⁵.

La complessità e l'articolazione interna del sistema complessivo della scienza è ulteriormente accresciuta dal fatto che al di sopra di quella che potremmo chiamare la "ragione operativa", cioè dei processi concreti che hanno luogo e si verificano nell'ambito specifico delle teorie, si costituisce e si forma ineliminabilmente un livello che potremmo definire di "autodescrizione" di questa ragione operativa e dei suoi contenuti concreti. In questo nuovo livello rientrano, per un verso, gli orientamenti di carattere generale e le visioni del mondo che prevalgono all'interno delle comunità scientifiche e ne orientano le ricerche specifiche, condizionandole; per l'altro l'insieme di pensieri, riflessioni, affermazioni su ciò che la scienza è o dovrebbe essere che si fanno strada negli ambienti intellettuali o nel modo di pensare della gente.

Abbiamo dunque a che fare con eventi e processi articolati in più stadi; e di ciò è necessario tener conto, in quanto:

"non è mai sufficiente che una proposizione o una teoria vera siano enunciate o che un fenomeno sia dimostrato perché essi vengano compresi nell'ambito di quella che possiamo chiamare la concezione scientifica del mondo. Il loro riconoscimento e la loro accettazione dipende da molteplici altri fattori, la sola chiarezza e il solo rigore dei procedimenti e delle dimostrazioni non bastano. Per spiegare la loro inclusione nel quadro della concezione scientifica del mondo vigente o la loro esclusione da essa occorre prendere in considerazione elementi quali le condizioni dell'ambiente sociale, lo stato della tecnica, le abitudini degli scienziati e degli uomini di cultura. Di nuovo emerge di fronte a noi la complessità dell'oggetto di indagine. La concezione scientifica del mondo non è una struttura logica astratta: è invece l'espressione complessa e peculiare della *psicologia sociale*"²⁶.

Questa distinzione tra il livello dei processi scientifici concreti e quello dell'immagine che la scienza medesima offre di sé, o che si consolida all'interno di un determinato ambito sociale e culturale, è per Vernadskij della massima importanza, in quanto nel passaggio dall'uno all'altro cambiano in maniera sensibile il significato e il valore da assegnarsi al meccanismo di confine tra paradigmi e culture diverse. Al primo livello, infatti, questo meccanismo è una zona di contatto, che serve a dare continuità allo sviluppo della scienza, unendo e combinando tra di loro i contenuti antecedenti a una rottura rivoluzionaria e quelli a essa successiva, previa traduzione dei primi nel "codice" dei secondi. Al secondo, invece, la linea di frontiera assume la funzione di vera e propria "linea di demarcazione", che segna una effettiva discontinuità, in virtù della quale i due ambiti risultando nettamente separati. Questo mutamento di ruolo non deve sorprendere: infatti cercare di accreditare la *propria* immagine, la *propria* concezione generale del mondo significa, per la scienza di un dato periodo, assumere piena coscienza di sé, delle proprie peculiarità, dei tratti distintivi rispetto a concezioni precedenti, del proprio contrapporsi ad altri modi di concepire la ricerca, di delimitare i campi d'indagine, di fissare la linea di demarcazione tra scientifico ed extrascientifico, di stabilire gerarchie tra le fonti di conoscenza. E tutto ciò induce ad accentuare e a sopravvalutare la peculiarità delle caratteristiche da cui risulta definita l'immagine della scienza data. Le strutture d'ordine di quest'ultima diventano così punti di riferimento imprescindibili, al pari delle modalità d'organizzazione di cui essa si vale: tutto ciò che non rientra in esse viene così considerato casuale, contingente, non ordinato, privo di una sua specifica regolarità e struttura. Al carattere in parte disordinato e non organizzato dei processi reali, dei mutamenti che avvengono a livello della dinamica

²⁵ *Ibidem*, p. 304

²⁶ V.I. Vernadskij, *Ocerki po istorii sovremennogo naucnogo mirovozzrenija* (Lineamenti di storia dell'attuale concezione scientifica del mondo), in *Trudy po vseobscej istorii nauki*, Moskva, Nauka, 1988, p. 77 (il corsivo è mio)

degli eventi scientifici concreti, si sovrappone pertanto una fittizia unità ideale, che è appunto l'unità di una immagine della scienza, più che della scienza vera e propria. La ricerca operativa non è mai quell'edificio armonico e ben strutturato che scaturisce dalle descrizioni che ne vengono offerte al metalivello. E tuttavia da queste descrizioni non si può prescindere: la loro comparsa è anzi un fatto che interessa direttamente la *storia della scienza*, in quanto essa interagisce con i processi scientifici propriamente detti, li condiziona, ne può trasformare in modo radicale l'orientamento e la valutazione, e per questo diventa, a sua volta, un *fatto concreto*, una tappa nel percorso di sviluppo e di evoluzione storica del pensiero scientifico, allo stesso livello dell'oggetto (vale a dire i processi concreti della ragione operativa) che rientra in esso.

"La lotta che si accende", scrive Vernadskij, "non è allora soltanto quella tra la concezione scientifica del mondo, da una parte, e concezioni filosofiche e religiose a essa estranee, dall'altra: a essa si aggiunge e con essa si intreccia il conflitto interno alla concezione scientifica del mondo, fra le nuove elaborazioni e le idee dominanti. Occorre a questo proposito tener conto che l'attuale concezione scientifica del mondo - e in generale le idee dominanti al giorno d'oggi - non esprimono il contenuto massimo di verità disponibile al momento attuale. Singoli scienziati o gruppi di ricercatori possono aver raggiunto conoscenze migliori e più precise, senza che, per questo, siano le loro posizioni a determinare il corso del pensiero scientifico. Si può anzi verificare che essi restino al di fuori di questo itinerario. La concezione scientifica dominante conduce una lotta senza quartiere contro le loro idee scientifiche innovative, e questa lotta è aspra e pesante. La storia della scienza ci mostra con quanta difficoltà e a prezzo di quali sforzi le idee di singoli scienziati riescono a conquistarsi un posto nell'ambito della concezione scientifica egemone"²⁷.

Lo sviluppo della ricerca è dunque profondamente segnato dall'impronta della riflessione e della elaborazione proposta a livello della "psicologia sociale" e delle immagini della scienza a essa connesse, e si compie pertanto anche in stretto rapporto con questa articolazione del sistema complessivo della riflessione e della ricerca scientifica. In seguito a ciò questo livello, come si è detto, diventa un meccanismo che incide in profondità sui processi e sui fenomeni che si registrano nell'ambito dello sviluppo storico delle teorie e di esso, pertanto, occorre tener conto sia nelle analisi storiografiche dirette a ricostruire tale sviluppo, sia nello studio dei meccanismi attraverso i quali si consolidano la "lettura" e l'interpretazione di ciò che chiamiamo "fatti scientifici".

Ora la presenza concomitante e l'azione congiunta, all'interno dell'edificio globale della scienza, della dinamica degli eventi scientifici concreti e del succedersi di diverse *teorie generali*, o *immagini della scienza*, fa sì che si vengano a intrecciare e spesso a confondere le rispettive idee di confine. La concezione del meccanismo di frontiera come membrana semipermeabile, somma dei "filtri" di traduzione e di ricezione dei contenuti appartenenti a un determinato dominio all'interno di un altro, di diversa struttura, viene così a mischiarsi con quella che vede invece in esso una rigida e impermeabile linea di demarcazione. E' proprio questa sovrapposizione a produrre l'idea delle rivoluzioni scientifiche come rotture radicali all'interno del processo di crescita e di sviluppo della scienza, in seguito alla quale i contenuti precedentemente acquisiti vengono accantonati e si disperdono. Infatti, a livello delle concezioni scientifiche del mondo, si verifica proprio questo:

"Il fatto che una determinata teoria venga accolta all'interno della concezione scientifica del mondo non può essere presa come una prova, valida per tutte, della sua verità: spesso, infatti, si registrano revisioni critiche determinate dal fatto che una nuova elaborazione o, magari, idee precedentemente abbandonate e scartate, in quanto ritenute

²⁷ *Ibidem*, pp. 72-73

false o comunque incapaci di reggere il confronto con le posizioni rivali, si sviluppano sino a evidenziare la limitatezza o addirittura l'inconsistenza dei punti di vista e dei modi di pensare a cui si è riconosciuto diritto di cittadinanza all'interno della concezione scientifica del mondo. Quest'ultima è pertanto destinata a svilupparsi e a mutare nel corso del tempo. Di conseguenza soltanto una parte delle idee generali prevalenti in una data epoca può e deve essere ammessa a far parte della concezione scientifica di un periodo successivo. La restante parte di quest'ultima verrà via via elaborata nel corso del tempo, e gli elementi di questa nuova parte sono solitamente *sviluppati da singoli ricercatori o gruppi che erano ai margini della visione complessiva che dominava in precedenza*" ²⁸.

Se dunque nell'ambito del processo di sviluppo della ricerca si privilegia la descrizione delle teorie generali, delle concezioni scientifiche del mondo, si enfatizza la funzione delle ipotesi e dei quadri "di lettura" complessivi, di ciò che oggi chiameremmo le "metafisiche influenti", è naturale che prevalga l'idea di confine come rigida linea di demarcazione tra visioni contrapposte e che si affermi, di conseguenza, un'immagine della storia della scienza nella quale hanno un ruolo primario le "rivoluzioni scientifiche" come momenti di brusca rottura e di irrimediabile "taglio" con il passato.

Infatti "l'instabilità e la tendenza al cambiamento della concezione scientifica del mondo sono straordinari: la visione complessiva della scienza e del mondo circostante che caratterizza la nostra epoca ha ben poco a che fare con quella del Medioevo, ad esempio. Se le si mettono a confronto non si può fare a meno di rilevare quanto scarno sia il numero di asserzioni e principi che sono recepiti all'interno dell'una e dall'altra e che sono considerati veri in entrambe, presentandosi nella stessa forma e con un contenuto il più possibile inalterato nel passaggio dalla più antica alla più recente"²⁹.

La mancata distinzione tra il percorso effettivo di crescita della conoscenza e della "ragione operativa" e l'idea che di questo percorso emerge quando si è protesi ad assumere coscienza di se stessi nell'ambito della storia generale del pensiero e a dare, di conseguenza, il massimo rilievo possibile a tutti i tratti che caratterizzano il proprio "stile di pensiero" rispetto ai precedenti, è alla base di questa sopravvalutazione dell'assolutezza delle caratteristiche di un dato paradigma e della sua contrapposizione ai precedenti.

Per questo Vernadskij, pur riconoscendo e dando il debito rilievo a questo aspetto, sottolinea a più riprese l'esigenza di tener conto anche della linea di evoluzione del "nocciolo duro" del pensiero scientifico, in cui rientrano, come si è detto, i fatti via via accumulati, le generalizzazioni empiriche costruite a partire da essi, le elaborazioni della logica e della matematica. Qui i processi di ristrutturazione, pur essendo ben presenti e operanti, non assumono però quel carattere di radicale discontinuità e di "taglio" o brusca rottura che esibiscono sovente a livello delle "immagini della scienza" e delle concezioni generali del mondo. Se ci riferiamo a un medesimo "corpo naturale" e ne seguiamo lo sviluppo nel corso della storia del pensiero scientifico ci accorgiamo infatti che tra le varie tappe di questo processo non sussiste quella rigida linea di demarcazione, che impedisce di riscontrare una qualsiasi traccia di continuità tra di esse. "La costruzione della scienza", egli osserva, "avviene in effetti attraverso l'individuazione di *corpi naturali* e per l'evolversi della sua attività è importante studiare a fondo contemporaneamente non soltanto i concetti, corrispondenti a essi, ma anche i corpi naturali realmente esistenti e definiti in modo rigoroso"³⁰. Ora è pur verso che se prendiamo anche uno tra i più semplici e comuni di questi "corpi", ad esempio

²⁸ *Ibidem*, p. 72

²⁹ *Ibidem*, p. 74

³⁰ V.I. Vernadskij, *Filosofskie mysli naturalista*, (Pensieri filosofici di un naturalista), cit., p. 156

l'acqua, non possiamo fare a meno di notare che "nel nostro secolo si è realizzato un radicale mutamento nel modo di concepire questo oggetto naturale, che ci obbliga a rivedere da capo a fondo tutte le nostre idee sull'acqua nella natura e soprattutto nella biosfera: in particolare si è scoperta la complessità della composizione di qualsiasi acqua, composizione che è in primo luogo il risultato di una associazione, il composto chimico puro di due volumi di idrogeno e uno di ossigeno, poi il prodotto ionico di una dissociazione elettrolitica delle sue molecole, e, infine, il risultato del processo di differenziazione di queste stesse molecole, dovuto alla presenza di alcuni isotopi dell'idrogeno e dell'ossigeno. Se si tiene conto di tutto ciò, cioè delle dissociazioni elettrolitiche e della composizione isotopica dell'acqua, ci troviamo di fronte a un gran numero di diversi costituenti dell'acqua pura ordinaria.

In questa situazione ogni tentativo di porre in essere e proseguire uno studio puramente "filosofico" delle acque - se si lasciano da parte le concezioni mistiche, di cui ovviamente non possiamo tener conto in termini concreti nel dominio di pertinenza della scienza - costituisce per il ricercatore, come si è detto, un puro residuo del passato, per cui questo oggetto d'indagine è uscito dal campo della realtà di cui si occupa la filosofia"³¹. Ma nonostante tutti questi mutamenti è non solo possibile, ma necessario fare una storia di questo corpo che veda i diversi "modelli teorici" che ne sono stati via via proposti in una relazione che consenta di operare una serie di confronti tra di essi e di fare un bilancio delle acquisizioni e delle perdite che si registrano con il passaggio dall'uno all'altro. Si ha quindi, contemporaneamente, un rapporto di discontinuità e di continuità di cui Vernadskij cerca di dar conto attraverso un'attenta riflessione sul modo in cui vengono concretamente costruiti, nella pratica della ragione operativa, i "corpi naturali" oggetto di studio, specie quelli di maggiore complessità e che presentano una notevole articolazione interna, come i corpi naturali "bioinerti", tra i quali rientra la stessa biosfera.

5. La costruzione dei "corpi naturali".

Nella sua Prefazione alla *Biosfera* Vernadskij osserva che "in tutta la letteratura geologica manca un saggio organico sulla biosfera, considerata nella sua interezza come manifestazione necessaria di un meccanismo planetario della crosta terrestre. *La stessa esistenza della biosfera quale prodotto di leggi ben definite non viene presa di solito in considerazione.* La vita sulla Terra viene considerata come un fenomeno casuale e di conseguenza le nostre concezioni scientifiche disconoscono l'influenza della vita sulla continua evoluzione dei fenomeni terrestri; non riconoscono cioè il carattere non casuale dello sviluppo della vita sulla terra e della formazione sulla superficie del pianeta, ai confini con il suo ambiente cosmico, di un involucro particolare impregnato di vita, la biosfera.

Questa caratteristica delle scienze geologiche è strettamente legata a una concezione particolare e storicamente definita dei fenomeni geologici, visti come la manifestazione di tante piccole cause, come un insieme disordinato di accidenti. Si perde così la visione scientifica dei fenomeni geologici come *fenomeni planetari*, le cui regolarità non appartengono solo alla nostra Terra. E scompare anche la nozione di una struttura della Terra come *meccanismo* le cui parti formano un insieme armonioso e indivisibile, e il cui studio non può pertanto prescindere da questa visione complessiva. In geologia generalmente si studiano soltanto i particolari e i dettagli dei fenomeni legati alla vita. L'indagine dei meccanismi d'insieme di cui tali fenomeni fanno parte non viene considerata dal punto di vista scientifico. Di conseguenza, mancando la consapevolezza di questo problema, il ricercatore è portato a trascurare le manifestazioni della vita senza

³¹*Ibidem*, pp. 161-62

comprenderne l'importanza [...] Senza volere affermare *a priori* nulla circa l'esistenza di un meccanismo che coordina le diverse parti del pianeta in un insieme indivisibile, l'autore cerca tuttavia di abbracciare da questo punto di vista l'insieme dei fatti empirici stabiliti scientificamente, riconoscendo la perfetta concordanza tra questa concezione e quella che presta la debita attenzione alle manifestazioni geologiche della vita. Sembra all'autore che l'esistenza di un meccanismo planetario che comprende la vita come sua parte integrante, e in particolare la regione in cui essa si manifesta, la biosfera, sia in sintonia con tutti i dati empirici e scaturisca necessariamente dalla loro analisi scientifica"³². Grazie a questa impostazione, così chiaramente enunciata già nella Prefazione alla sua opera del 1926, Vernadskij va a buon diritto considerato il fondatore della tradizione di ricerca che mette al centro l'interazione tra il suolo, i mari, i laghi, i fiumi e la vita in essi contenuta e considera gli organismi viventi non semplici spettatori, ma partecipanti attivi e artefici dell'evoluzione della Terra. Alla base di questo indirizzo di indagine sta la convinzione, anch'essa esplicitamente enunciata, che la Terra e la vita che la abitano costituiscano un solo sistema, che ha la capacità di autoregolarsi in modo da mantenere al suo interno le condizioni adatte alla sopravvivenza degli organismi viventi mediante un processo attivo, sostenuto dall'energia fornita dalla luce solare.

Lo studio di questo grande sistema non può, ovviamente, essere condotto in modo frammentario e parziale, rispettando i tradizionali confini tra le singole competenze disciplinari. Esso esige un approccio del tutto nuovo e diverso, che frantumi e attraversi ogni barriera divisoria tra campi differenti e proponga un'indagine che abbia attenzione primaria per i problemi teorici da affrontare e risolvere, e non per le suddivisioni del sapere scientifico che sono, tra l'altro, "un fatto formale, esterno e superficiale. Nella vasta arena della vita scientifica internazionale i naturalisti e gli scienziati russi operano faccia a faccia con quelli dei paesi dell'Europa occidentale e del Nuovo mondo, che hanno avuto una diversa formazione e preparazione. Nella letteratura scientifica si manifestano interessi, cresciuti in un terreno diverso da quello costituito dalle pretese "culture più pure" che le nostre condizioni di vita hanno imposto ai naturalisti, agli storici o ai filosofi.

Ovunque e a ogni passo si presentano di fronte agli storici, ai filosofi, ai naturalisti e ai matematici russi minimamente colti e informati problemi, teorie e spunti di riflessione, strettamente legati a settori e ambiti del sapere che sono per loro lontani, se non addirittura del tutto estranei, proprio in seguito a questa rigida organizzazione della formazione accademica qui da noi. E questa lontananza ed estraneità pesano e incidono, perché anche tra i ricercatori più preparati e specializzati, nei loro lavori, nella loro produzione e nei loro stessi interessi si riflette in un modo o nell'altro e in misura maggiore o minore il tipo di formazione e di sapere, ricevuti al tempo dei loro studi all'università. Per la stragrande maggioranza degli scienziati occidentali questa preparazione preliminare non conosce una così precoce ripartizione dell'insegnamento e del sapere, la cui violazione qui da noi sembra invece tuttora un elemento di dissonanza, una stonatura che strazia la nostra mente. Ma, a parte ogni altra considerazione, resta il fatto che pur all'interno di questa stessa separazione si presentano alcune condizioni che fanno chiaramente comprendere come si tratti di qualcosa di artificioso, e che inducono di fatto a superare di continuo i confini posti da qualunque genere di cornice preordinata e di limitazione imposta.

Se infatti è ancora possibile tracciare una simile linea di demarcazione tra le scienze storiche e filologiche, da una parte, e le scienze della natura e quelle matematiche, dall'altra, fare la stessa operazione per ciò che riguarda la filosofia e tutte le discipline scientifiche che, in una maniera o nell'altra, hanno a che fare con essa, come la logica, la psicologia, la storia della filosofia, è del tutto impossibile, oltre che insensato. In sostanza

³² V.I. Vernadskij, *La Biosphère*, Librairie Félix Alcan, Paris, 1929, pp. IX-XI (Il primo corsivo è mio).

il legame che c'è oggi tra la filosofia e le aree della conoscenza che ho appena elencato, da un lato, e le scienze storico- filologiche, dall'altro, è altrettanto sottile e sporadico di quello che sussiste tra le prime e il campo della scienza della natura o della matematica. Esse sono rientrate totalmente all'interno della Facoltà di Storia e filologia per quel complesso di circostanze casuali e quei conflitti di interessi che hanno contrassegnato la storia delle nostre università"³³.

Questa interdisciplinarietà o, meglio, transdisciplinarietà, non è per Vernadskij un'enunciazione astratta, un semplice slogan propagandistico, ma un obiettivo pratico, un traguardo verso il quale indirizzare un programma di lavoro concreto, nutrito di contributi specifici. "In questi saggi" egli scrive sempre nella Prefazione alla *Biosfera*, "l'autore ha cercato di analizzare l'importanza geologica dei fenomeni della vita senza formulare alcuna ipotesi. Al contrario, egli si sforza di mantenere le proprie argomentazioni sul solido terreno delle generalizzazioni empiriche. Basandosi su fatti precisi e indiscutibili, egli tenta di descrivere le manifestazioni geologiche della vita, di fornire un quadro del processo planetario che si svolge intorno a noi. Nello stesso tempo, l'autore ha voluto lasciare da parte i pregiudizi, fortemente radicati nel pensiero geologico, che gli sembrano in contraddizione con le generalizzazioni empiriche della scienza, che costituiscono la fondamentale base conoscitiva del naturalista"³⁴.

Così l'indagine biogeochimica, di cui Vernadskij è artefice, si presenta assai articolata e variegata, alimentata di continuo da contributi che hanno la loro matrice originaria e la loro base di sostegno in diversi campi disciplinari, e ciò nonostante non scade mai nel generico. Essa si pone come principale finalità lo studio della materia vivente e della sua funzione nella evoluzione geologica della Terra. A tal scopo ci si preoccupa, in primo luogo, di analizzare la composizione elementare di questa materia, variabile secondo gli organismi, ma anche invariabile per ciò che riguarda un determinato gruppo di elementi, come l'idrogeno il carbonio, l'azoto, l'ossigeno e il fosforo, che sono gli essenziali componenti dei carboidrati, lipidi e protidi; subordinatamente, cioè in quantità assai minore, il magnesio, lo zolfo, il sodio, il cloro, il potassio, il ferro; e infine, in piccolissima quantità, i cosiddetti microelementi, come il boro, il silicio, il manganese, il rame, lo iodio ecc. Tutti questi elementi non sono sempre presenti nella stessa categoria quantitativa (il calcio, ad esempio, può essere talvolta macroelemento, talvolta microelemento, a seconda delle categorie di organismi): appaiono però tutti indispensabili alla vita o comunque inseribili in attività della vita, e proprio per questo sono chiamati *biogeni*. L'indagine biogeochimica ha pertanto il compito fondamentale di accertare la distribuzione negli organismi di questi elementi e la loro funzione, l'incessante storia di migrazioni e concentrazioni a cui ciascuno di essi è protagonista o a cui partecipa.

Su questa base essa può riuscire a fornire un quadro efficace dei processi che si attuano nella biosfera e dell'importanza che assumono elementi chimici di essa nel divenire della crosta terrestre. Vernadskij sottolinea come la sostanza della biosfera sia permeata di energia, che ha origine cosmica (soprattutto solare) e si distribuisce attivamente entro tutta l'estensione di questo particolare involucro. Esempi di funzioni chimiche in cui si esplica questa attività sono: 1) la funzione dei gas, in quanto tutti i gas della biosfera (N_2 , O_2 , CO_2 , CH_4 , H_2 , NH_3 , H_2S) sono creati e modificati da biogenesi; 2) la funzione dell'ossigeno, la cui presenza nell'atmosfera è risultato dell'attività fotosintetica; 3) la funzione ossidante, compiuta specialmente da batteri autotrofi; 4) la funzione calcificante, che perlopiù conduce a formazione di

³³ V.I. Vernadskij, *Filosofskie mysli naturalista*, cit., p. 389

³⁴ V.I. Vernadskij, *La Biosphère*, cit., p. X

"CaCO₃"; 5) la funzione di restituzione, che conduce a creazione di "H₂S", "FeS₂", ecc.; 6) la funzione di concentrazione, che si manifesta nell'accumulo di certi elementi chimici; 7) la funzione di decomposizione di composti organici, compiuta da batteri e funghi. Lo studio attento e particolareggiato di queste funzioni consente a Vernadskij di affermare che sulla superficie terrestre non vi è forza chimica più costantemente attiva, e quindi più possente nei suoi risultati finali, di quella che esercitano gli organismi viventi nella loro totalità. E, a suo giudizio, quanto più studiamo i fenomeni chimici della biosfera, tanto più dobbiamo convincerci che non ve n'è alcuno che non dipenda dalla vita.

Uno degli obiettivi primari che la scienza nel suo complesso deve perseguire diventa, allora, lo studio del flusso di materia e di energia che si stabilisce fra l'ambiente e i corpi viventi e che alimenta incessantemente i processi vitali. Come è vero, ad esempio, che l'ossigeno dell'aria è passato più volte attraverso la materia vivente, è altrettanto vero che enormi quantità di carbonio, che la fotosintesi fissa nell'atmosfera, attraversano l'insieme degli organismi vegetali e animali della biosfera durante la loro esistenza. Si hanno così trasformazioni cicliche *cicli biogeochimici*, operate nella maggior parte dei casi da moltissime specie di microrganismi rappresentanti numerosi tipi fisiologici e che esercitano specifiche attività biochimiche tra loro interdipendenti, cioè simultanee, sinergiche, o antagoniste, o semplicemente competitive.

Questa complessa interdipendenza richiede intanto lo studio della biosfera nella sua interezza e globalità, e poi dà fondamento all'ipotesi dell'esistenza di quel meccanismo che coordina le diverse parti del pianeta in un insieme indivisibile, di cui Vernadskij parla nella più volte citata Prefazione ai due saggi raccolti nel volume del 1926, pubblicato col titolo *Biosfera*. Ne scaturisce la costruzione di un "oggetto della conoscenza" di grande varietà e complessità e la cui introduzione dilata a dismisura l'orizzonte della ricerca. Si tratta infatti, a questo punto, di studiare la composizione interna, la struttura, l'organizzazione e l'articolazione della biosfera e di seguirne l'incessante divenire.

Questo "corpo naturale bioinerte" ha infatti una natura essenzialmente dinamica, che si manifesta anzitutto nell'attività di scambi di materia fra organismi e ambiente: materia allo stato solido, liquido, gassoso. Si manifesta altresì nelle numerosissime relazioni trofiche e mutualistiche che si attuano fra i diversi organismi vegetali, animali e microrganici, con creazioni di catene alimentari, con successioni di processi chimici e ridistribuzioni di energia. Si vanno così costruendo progressivamente edifici complessi di comunità viventi, mentre profonde modificazioni vengono esercitate sull'ambiente minerale. Poiché la vita è in tutte le sue manifestazioni fortemente dinamica, essa trasmette gli impulsi e le conseguenze di questo suo dinamismo prorompente all'ambiente, provocando o accelerando processi di trasformazione che tendono a comporsi in complesse vicende globali a livello dei piccoli e grandi ecosistemi, a livello anche della biosfera considerata e assunta nella sua globalità. Solo attraverso un processo fortemente integrato di indagine si può dunque sperare di riuscire a dar conto, almeno in parte, della sempre crescente attività trasformatrice di cui la pellicola vivente compenetrata nella litosfera, nella idrosfera e nella troposfera diventa sede e del progressivo accumulo dei prodotti di questa attività.

Tra i processi che si attuano nella biosfera il più importante è la produzione continua di materia organica vivente. Proprio questo processo, esaminato a tutti i possibili livelli e in tutti i principali ambienti terrestri e acquatici, assume enorme interesse al fine di accertare l'ammontare delle risorse naturali del nostro pianeta, quelle risorse alle quali è legata la stessa esistenza e sopravvivenza dell'umanità. Il tema di fondo, l'elemento conduttore che ispira tutta l'attività di ricerca di Vernadskij è dunque il medesimo che lo aveva spinto a premere per l'istituzione della KEPS, la "Commissione per lo studio delle forze produttive" della Russia.

Il risultato che si ottiene attraverso la costruzione di quello specifico "oggetto della conoscenza", che è la biosfera, non è però soltanto un'enorme estensione dell'orizzonte della ricerca. Si ha anche, e soprattutto, un impressionante e febbrile lavoro di riconsiderazione e ristrutturazione delle basi della conoscenza. "Il grande processo di crollo del vecchio e di edificazione di nuove concezioni del mondo circostante continua a procedere intorno a noi, sia che ne siamo o meno consapevoli. Le basi di ciò che a noi è sempre parso del tutto saldo e stabilito senza incertezze vengono lentamente erose, capisaldi centenari del pensiero scientifico si disgregano, vengono abbattute le facciate, da noi erroneamente scambiate per edifici finiti, e al di là dei vecchi nomi sotto lo sguardo attonito dei contemporanei si scopre un contenuto del tutto nuovo e inatteso.

Sono radicalmente mutate le idee relative alla materia e all'energia, termini come luce, calore, elettricità assumono un significato inedito, lontano da quello loro assegnato nel corso del XIX secolo, l'"elemento" chimico dà inizio a una nuova scienza, che non ha a che fare con il campo dei composti, bensì con quello delle particelle elementari, non ulteriormente scomponibili dal punto di vista chimico, e di elementi chimici che a volte non entrano neppure nelle reazioni chimiche. Le loro proprietà difficilmente potrebbero venire descritte e rappresentate anche dalla fantasia più fervida [...]

I contributi offerti dalla scienza del XIX secolo alla soluzione degli enigmi della vita, a questo secolare rompicapo dell'umanità, necessitano di una profonda revisione. Vecchi limiti e argini crollano. Ciò che ieri sembrava impossibile dal punto di vista scientifico domani può risultare addirittura necessario sotto il medesimo aspetto. Emerge sempre più chiaramente che i vecchi schemi di carattere puramente meccanicistico devono essere sostituiti da nuove concezioni, dal momento che nella stessa materia si è scoperta la fonte di cambiamenti incompatibili con la struttura meccanicistica di un organismo che è pur sempre fatto di questa materia e che *da essa* trae dunque origine [...]

Questo complesso rivolgimento storico deve essere affrontata da un pensiero libero e coraggioso. Occorre scacciare lontano da sé le vecchie "verità", che si sono rapidamente trasformate sotto i nostri occhi in vecchi pregiudizi. Bisogna sbarazzare il terreno dalle basi di sostegno e dalle strutture accumulate dal passato e non necessarie oggi³⁵.

Il carattere più appariscente e più sorprendente di questo rivolgimento è l'esigenza, che, a giudizio di Vernadskij, si viene affermando sempre più concretamente, di sostituire il cosmo astratto e meccanico della tradizione che risale a Newton, il cosmo dello spazio infinito e omogeneo, in cui la vita non svolge alcun ruolo, con un cosmo bio-umano, la cui considerazione e il cui studio introducono nuove strutture nel pensiero scientifico, persino nella matematica. Questo spostamento di prospettiva mette in primo piano, come contenuto reale ed essenziale della scienza, il lavoro di trasformazione e modificazione dell'ambiente da parte degli organismi viventi, dell'uomo in particolare, con le sue molteplici attività, tra le quali emerge per importanza e incidenza quella di ricerca. E da ciò deriva la necessità di tener conto della crescente importanza delle scienze biologiche e antropologiche, al punto che non appare più lecito parlare di un sistema lineare delle scienze, ma di un sistema circolare nell'ambito del quale ciascuna agisce sull'altra e ne viene a sua volta influenzata, per cui, ad esempio, la matematica cerca se stessa attraverso i vari campi d'indagine specifici dello studio dell'ambiente naturale, così come queste ultime cercano se stesse attraverso la matematica, si fanno e si costruiscono mediante quest'ultima.

Questa fondamentale circolarità esclude in linea di principio e delegittima ogni pretesa di "imperialismo" da parte di una disciplina specifica sulle altre. Così in una conferenza tenuta nel 1930 di fronte a una società di scienziati di Leningrado, pubblicata anche in francese nella 'Revue générale des sciences' del 31 dicembre 1930, Vernadskij si chiede se la biologia non potrebbe apportare delle nozioni capaci di trasformare la fisica, in

³⁵ V.I. Vernadskij, *Filosofskie mysli naturalista*, cit., pp. 414-15

luogo del processo inverso. Insomma, a suo modo di vedere è altrettanto lecito sia presentare la biologia come una fisica più la vita, sia la fisica come una biologia senza la vita, dando, di volta in volta, la preminenza all'una o all'altra. E neppure la matematica nonostante il suo ruolo e la sua funzione insostituibili, che Vernadskij non solo riconosce, ma anzi enfatizza a ogni passo, sottolineando l'importanza dei processi di misurazione e di calcolo, può essere considerata il motore primo della ricerca e del suo sviluppo. L'indubbio e crescente processo di matematizzazione dei linguaggi della scienza non va letto semplicemente come una *applicazione* della matematica alle altre discipline, bensì come l'introduzione, da parte di queste ultime, di nuove strutture nel pensiero e nella pratica del matematico. " Il nostro compito deve essere quello di prendere cognizione, da una parte, dell'introduzione in atto del pensiero matematico nella ricerca biologica, e dall'altro di approfondire i problemi matematici che sorgono con riferimento al nostro lavoro, in particolare allo studio della vita dal punto di vista geochimico.

Su questi problemi, che tracciano precisi confini e ritagliano ben definite aree di ricerca all'interno dell'orizzonte praticamente infinito dell'indagine matematica nel suo complesso, è opportuno spendere qualche parola.

La geochimica, che è interamente basata su procedimenti di misura e sulle espressioni numeriche, cioè sul calcolo quantitativo di tutti i fenomeni studiati, aspira a fornire un quadro descrittivo di tipo energetico di questi ultimi, in particolare a introdurli nello studio della crosta terrestre sotto il profilo energetico. Ciò determina l'emergere di tutta una serie di problemi matematici, di cui essa in effetti si interessa.

E' su questo sfondo che devono essere studiati anche i fenomeni della vita in una determinata parte della crosta terrestre, nella biosfera. Per noi il campo si restringe, ma i problemi e i compiti generali della matematica rimangono gli stessi: la comprensione e lo studio approfondito della biosfera da un punto di vista energetico.

La vita introduce qualcosa di nuovo in questo enorme campo di pertinenza della matematica.

Da un lato lo studio della vita nella biosfera ci conduce all'indagine approfondita dello spazio della biosfera medesima, occupato dagli organi viventi e dall'insieme che essi formano, la materia vivente. Siamo così indotti a studiare la simmetria e il concetto di dissimmetria, che le è certamente legato, ma non rientra completamente all'interno del suo dominio e non è riducibile a esso.

Dall'altro lato, l'enorme importanza dei fenomeni della riproduzione degli organismi nella geochimica pone di fronte a noi e fa emergere in prima linea due ordini di problemi matematici: quelli connessi allo studio matematico delle biocenosi, che si riferiscono all'analisi approfondita degli equilibri dei sistemi autonomi che si riproducono in modo molto rapido e differenziato, e i problemi che fanno riferimento alle leggi della riproduzione dei singoli organismi: problemi, questi ultimi, che sotto il profilo matematico sono più semplici, ma ciò nonostante sono elaborati ed espressi dal punto di vista matematico in modo ancora insufficiente.

Sia gli uni, sia gli altri problemi matematici nella nostra indagine ci conducono a una espressione chimica: alle migrazioni degli elementi chimici provocate dalle forze della vita.

Indubbiamente ciò che qui occorre fare non è tanto, o soltanto, l'applicazione a questi problemi di norme, metodi e formule già bell'e pronti, quanto piuttosto la ricerca innovativa di metodi, espressioni e criteri nuovi, in uno sforzo di elaborazione creativa del pensiero matematico.

Ma ciò, ovviamente, non può essere fatto da noi biologi, geochimici e biogeochimici, per cui non si può pensare di procedere in questa ricerca senza fruire della stretta collaborazione dei matematici.

Questo nuovo modo di impostare i problemi, che scaturisce dall'applicazione della matematica ai nuovi fenomeni della natura,

deve risultare significativo anche per gli stessi matematici, destare un effettivo interesse anche nel loro ambiente"³⁶.

Certo, grazie alla matematica la fisica, la chimica e l'astronomia hanno compiuto enormi progressi, in quanto essa ha introdotto procedure e metodi che hanno consentito di poter valutare agevolmente la precisione o, eventualmente, il grado di probabilità delle conclusioni raggiunte:

"Non vanno tuttavia considerati meno precisi i fatti di carattere biologico e geologico solo perché essi non possono venir espressi compiutamente in forma matematica, e i fatti storici, delle scienze umanistiche e anche quelli della storia della filosofia, nonostante essi vengano presentati attraverso parole e concetti: si tratta infatti, come vedremo più avanti, di parole e concetti di natura diversa da quelli impiegati nelle elaborazioni filosofiche e religiose.

Questa differenza riguarda tutti i concetti e le modalità di rappresentazione dell'apparato scientifico. Essa è legata allo specifico carattere logico dei concetti e delle forme espressive che costituiscono questo apparato. A differenza della maggior parte dei concetti di cui si valgono le teorie e le ipotesi scientifiche e, ancora di più, di quelli su cui si basano i discorsi filosofici e religiosi, le parole e i concetti dell'apparato scientifico sono necessariamente legati agli oggetti e ai fenomeni naturali e i termini, corrispondenti a essi, devono per la loro corretta comprensione essere posti periodicamente a confronto con l'esperimento e l'osservazione, con la realtà a cui si riferiscono. La logica che li sostiene è di tipo diverso da quella dei concetti astratti.

E' tuttavia necessario soffermarsi un poco su una concezione molto diffusa, secondo la quale vi sarebbe una differenza di fondo, quasi di principio, tra il materiale dell'apparato scientifico che può venire espresso in forma matematica e attraverso dati numerici e quello che non si presta invece a una formulazione del genere. Alla fine del XVIII e all'inizio del XIX secolo cominciò a prender piede tra gli scienziati l'idea che si possa parlare di scienza e di espressione scientifica propria e completa quando si ha a che fare con una forma rigidamente quantitativa, con formule e simboli matematici, di qualunque genere siano. Si tratta di una tendenza che è stata certamente di grande ausilio al progresso della scienza e ha dato a essa un decisivo impulso soprattutto nel XIX e nel XX secolo. In questa forma così rigida e netta essa non corrisponde però alla realtà, in quanto i simboli matematici sono ben lungi dal potersi riferire a tutti gli aspetti in cui essa si presenta il mondo circostante e il perseguire un simile ideale in diversi campi della ricerca condurrebbe non già a un approfondimento, ma a una riduzione della forza dei risultati scientifici.

La differenza tra il contenuto della scienza e quello che si pone al di fuori di quest'ultima, sia esso filosofico o d'altro genere, non sta nel grado di presenza della matematica, ma nello specifico carattere dei concetti del sapere scientifico, che deve essere sempre stabilito in forma logica rigorosa.

Nella scienza noi non abbiamo mai a che fare con una pretesa verità assoluta, ma con conclusioni logiche corrette e al di fuori di ogni possibile discussione e con asserzioni relative, che variano entro limiti di validità ben definiti, all'interno dei quali risultano praticamente equivalenti alle conclusioni, ricavate logicamente."³⁷.

Grazie a questa nuova situazione, di cui, secondo Vernadskij, è ormai tempo di prendere coscienza, spariscono consolidate gerarchie tra i campi e i domini della ricerca e si stabilisce una nuova forma di collaborazione e di cooperazione paritetiche, nell'ambito delle quali anche le discipline umanistiche e la filosofia interagiscono in modo stretto con le scienze tradizionali e acquistano un ruolo e un'importanza sempre maggiori. "Nelle nuove condizioni che sta vivendo l'uomo contemporaneo la forza

³⁶ *Ibidem*, pp. 422-23

³⁷ *Ibidem*, p. 122

geologica fondamentale dell'umanità si costituisce attraverso la crescita di quelle parti delle discipline umanistiche, che sono legate alle scienze che si occupano della natura, alla matematica, alla tecnica"³⁸.

Va in particolare rivista, alla luce di questo panorama in gran parte inedito e inatteso, la relazione usualmente posta tra la scienza nel suo complesso e in particolare i settori trainanti di essa, e la filosofia. Nell'ambito di questo rapporto non è affatto detto che la scienza debba necessariamente assumere una funzione propulsiva e alla filosofia spetti in linea di principio una posizione subordinata.

"La scienza nello sviluppo della filosofia può fungere da elemento di progresso e di risveglio, ma può anche frenarne il corso, costituire un fattore di stasi e di dissoluzione. Da una parte essa fornisce al pensiero filosofico nuovo materiale, lo stimola, amplia i suoi orizzonti. E' sufficiente a questo proposito ricordare l'enorme influsso esercitato su di esso dall'intensa attività scientifica del XVII secolo, uno dei più creativi della storia dell'umanità. Da quel momento in poi l'attività di ricerca della scienza ha continuamente rifornito la riflessione filosofica di nuovi dati ed elementi che, rielaborati da essa, a sua volta, hanno fatto irruzione nella cosiddetta concezione scientifica del mondo, costituendone parti significative.

Ma sul pensiero filosofico non incidono soltanto nuovi fatti scientifici, scoperte o concezioni particolari. Probabilmente un influsso ancora maggiore su di esso lo esercita la tendenza generale dell'attività di ricerca scientifica, quelle finalità specifiche che in una determinata fase del suo sviluppo questa ricerca si pone e che spesso differiscono sensibilmente dalla conoscenza esatta in senso stretto [...]

In generale questa influenza della scienza può essere caratterizzata nel modo migliore sotto forma di elemento di freno o d'ostacolo. Essa infatti non estende gli orizzonti del pensiero filosofico, ma li limita.

Se la filosofia non tiene in nessuna considerazione la tendenza scientifica del proprio tempo, finisce presto per perdersi nei labirinti del lavoro puramente fantastico del pensiero e approda anche per quanto riguarda aspetti, accessibili al controllo scientifico, a conclusioni che risultano nettamente distanti dalla realtà effettiva [...] Se non prende in considerazione la tendenza del pensiero scientifico, che si sviluppa contemporaneamente a esso, un qualsiasi orientamento filosofico, anche se era sorto in precedenza sulla base di un copioso materiale scientifico, finisce assai presto per entrare in contrasto netto e inconciliabile con la conoscenza e la concezione del mondo scientifiche. Esso perde così il suo significato vitale per il pensiero dell'umanità e diventa in breve un residuo di vecchio stampo e ormai incomprensibile del passato.

Il pensiero filosofico si viene così a trovare tra Scilla e Cariddi, nella spirale di un dilemma insolubile, di cui sono pieni la vita e il pensiero dell'umanità, almeno se li si guarda secondo una prospettiva razionale. Se infatti la filosofia si limita a procedere ciecamente sulla scia della tendenza scientifica sarà ovviamente guidata da quest'ultima e perderà ben presto ogni significato e ogni valore autonomi ed effettivi, e quindi anche ogni interesse, per la conoscenza umana: il suo lavoro e la sua partecipazione al processo di elaborazione creativa del pensiero umano in breve si ridurranno a nulla.

C'è inoltre da considerare che lo sviluppo della scienza muta d'aspetto e non rimane mai immobile e invariato. Il pensiero filosofico che segua pedissequamente la tendenza di un determinato periodo viene presto tagliato fuori dallo sviluppo evolutivo che dà luogo alla formazione di nuovi indirizzi e si viene dunque a trovare nella stessa situazione di quelle concezioni che hanno ignorato del tutto la concezione scientifica del mondo e i risultati dell'attività di ricerca della scienza esatta. E' a tale proposito sufficiente ricordare la storia recentissima della cosiddetta filosofia scientifica e dei diversi orientamenti del

³⁸ V.I. Vernadskij, *Himiceskoe stroenie biosferii zemli i ee okruzenija* (La struttura chimica della Terra e di ciò che la circonda) (1937-1944), Moskva, Nauka, 1965, p.152

positivismo. Le posizioni da essi assunte appaiono oggi agli occhi dello scienziato contemporaneo null'altro che vecchie favole, buoni per i racconti delle nonne! "39.

Questa funzione autonoma e positiva della filosofia nei confronti della scienza avrà però modo di manifestarsi e dare risultati concreti tanto più e meglio quanto meno si cede alla tentazione di ridurre la distanza tra di esse e la differenza di principio che le separa. Mentre infatti la scienza ha al suo interno, come si è visto, un nucleo che, almeno relativamente a una certa epoca, presenta caratteri di indiscutibilità che costringono all'assenso e lo rendono "vincolante per tutti", la filosofia appare ben distante da una simile condizione, in quanto "esistono e sempre esisteranno sistemi filosofici alternativi, nei quali si riflettono le differenze di ideali e stili di pensiero delle persone che li producono o che a essi si rifanno. Forse proprio in questa totalità di posizioni diverse consiste la verità della filosofia, che sarebbe dunque, da questo punto di vista, qualcosa di complesso, poliedrico e polivalente, e quindi di radicalmente diverso da quella della scienza"40

Qualunque tentativo di comprimere o spegnere questa asimmetria di principio, che può essere considerata un'ulteriore espressione del principio che Vernadskij chiama di "Pasteur-Curie"41, ha sempre prodotto esiti perniciosi. C'è una serie di ragioni ben precise alla base di questa che non può essere considerata una semplice coincidenza o una fatalità. La più rilevante consiste nel fatto, messo esplicitamente in rilievo da Lotman, proprio sulla scia delle riflessioni e argomentazioni di Vernadskij, che " la possibilità di dialogo presuppone nello stesso tempo l'eterogeneità e l'omogeneità degli elementi. L'eterogeneità strutturale della semiosfera costituisce la base del suo meccanismo.

Per la problematica che ci interessa conviene commentare il principio che Vernadskij ha chiamato "principio di Pasteur-Curie" e che è secondo lui uno dei principi fondamentali della logica della scienza e della comprensione della natura: 'La dissimmetria può essere suscitata solo da una causa che già di per se stessa possiede questa dissimmetria'.

Il caso più semplice e più diffuso in cui si combinano l'identità e la differenza strutturale è l'enantiomorfismo, ovvero la simmetria speculare, che si ha quando entrambe le parti sono specularmente uguali, ma disuguali se si sovrappongono, cioè sono fra loro in relazione come la destra e la sinistra. Questo rapporto crea quella differenza correlata, diversa sia dall'identità che rende il dialogo inutile, sia da una differenza di correlazione che lo rende impossibile.

Se le comunicazioni dialogiche sono alla base della formazione del pensiero, le divisioni enantiomorfe dell'unità e le somiglianze del diverso sono alla base della correlazione fra le parti nel congegno generatore di senso.

La simmetria speculare genera i necessari rapporti di somiglianza e di differenza strutturale che permettono di creare le relazioni dialogiche. Da un lato i sistemi non identici danno come risultato testi diversi, dall'altro si trasformano facilmente l'uno nell'altro, fatto che garantisce ai testi una reciproca traducibilità"42.

Alla luce di queste considerazioni si può ben capire tutta la diffidenza e la dichiarata ostilità di Vernadskij nei confronti della tendenza, che si affermò in Russia dopo la rivoluzione d'ottobre, a spegnere e a cercare di negare l'asimmetria e la differenza di principio tra la scienza e la filosofia, e del conseguente tentativo di imporre un indirizzo filosofico "scientifico" vincolante per tutti, il materialismo dialettico.

" Tutti i tentativi di creazione di un'unica filosofia, riconosciuta come valida da tutti, sono stati da tempo relegati tra i reperti del passato. Anche gli sforzi in corso nel nostro

³⁹ V.I. Vernadskij, *Filosofskie mysli naturalista*, cit., pp. 416-18

⁴⁰ *Ibidem*, p. 313

⁴¹ *Ibidem*, p. 175

⁴² Ju. M. Lotman, *La semiosfera*, Marsilio, Venezia, 1985, pp. 70-71

Stato socialista di dar vita a una filosofia ufficiale, basata sui principi del materialismo dialettico, che sia recepita come l'unica possibile e quella più autentica da tutti, sono chiaramente condannati all'insuccesso, se si tiene nel debito conto il rapido e profondo sviluppo della conoscenza scientifica. Oggi, dopo un ventennio di esperienza e di pressione in questo senso, non può essere posto in dubbio il fatto che è la stessa vita, senza bisogno di alcuna specifica lotta, a evidenziare il carattere del tutto effimero di questi sforzi.

La forza della filosofia sta proprio in questa varietà e nell'ampio spettro dei suoi orientamenti"⁴³.

Nel panorama culturale della Russia post-rivoluzionaria Vernadskij costituì, all'interno dell'Accademia delle scienze, di cui era membro effettivo dal 1912, il più deciso e prestigioso rappresentante della linea di resistenza a ogni tentativo di ristrutturazione di questa istituzione, tesa a assoggettarla a interferenze amministrative o organizzative da parte di organismi statali o di partito e a limitarne l'indipendenza. Assertore convinto e tenace dei principi della libertà accademica e dell'autonomia della ricerca egli fu il costante punto di riferimento dell'opposizione alla "sovietizzazione" dell'Accademia⁴⁴

6. Le lezioni alla Sorbona e il travagliato rapporto con il regime sovietico.

Nel dicembre del 1921 Vernadskij ricevette un invito ufficiale a tenere un corso di lezioni di geochimica alla Sorbona di Parigi. Ricevuto l'assenso della presidenza dell'Accademia, nel maggio del 1922 egli raggiunse con la moglie e la figlia la capitale francese, dove si trattenne sino al 1925, con brevi interruzioni per viaggi e soggiorni di studio in altri paesi, in particolare a Praga e in Inghilterra. Le sue lezioni alla Sorbona negli anni 1923 e 1924 furono raccolte e pubblicate per la prima volta in lingua francese col titolo *La géochimie*.

A Parigi egli ebbe frequenti contatti con gli esponenti dell'emigrazione più legati all'ambito culturale. A proposito degli interessi, delle preoccupazioni e dei punti di vista di questi ultimi, soprattutto dei più giovani, egli annotò nel suo "Diario":

" Tra la gioventù bianca, che non ha avuto la possibilità di conoscere direttamente il vecchio regime, si sta facendo sempre più strada una sorta di idealizzazione di quest'ultimo. Essi si dicono convinti che ai vertici del potere ci fossero allora uomini di gran lunga superiori, sotto il profilo morale e intellettuale, a coloro che li circondavano. Di fronte a tali affermazioni mi è più volte passata rapidamente per la testa la mia esperienza diretta di membro del "Consiglio di Stato", durante la quale ho avuto l'opportunità di conoscere direttamente e frequentare questa selezione degli uomini 'migliori' del potere.

L'apparenza era invero brillante. Splendida era certamente la sede, il senso delle vecchie tradizioni in ogni carattere e aspetto della vita quotidiana, ad ogni livello, sino ai maggiordomi, che servivano i panini, il caffè, il tè, sui quali si gettavano a precipizio, come tanti animali, i membri eletti e nominati del Consiglio di Stato.

Indubbiamente tra di essi c'erano uomini di fama, dai nomi altisonanti, a cui a volte corrispondeva anche una grande sostanza interiore, come Vitte, Koni, Kovalevskij, Tagancev e altri. Ma non erano certamente essi a dare il tono complessivo al Consiglio nel suo complesso. Non si riscontravano affatto tradizioni di questo genere e all'altezza di quelle che sapevano esibire i maggiordomi presso i dignitari, che si radunavano lì, che non avevano né *esprit de corps*, né un livello particolarmente elevato e scintillante di conoscenze e di formazione, né devozione nei confronti della Russia, né senso e idea

⁴³ V.I. Vernadskij, *Filosofskie mysli naturalista*, cit., pp. 108-09

⁴⁴ Sulle posizioni di Vernadskij si veda L.R. Graham, *The Soviet Academy of Sciences and the Communist Party*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1967, p. 170.

alcuna dello Stato. Insomma, una turba insignificante, grigia e avida di piccoli predatori che si aggiravano in mezzo a un decoro attraente...E questa assenza di sostanza risaltava in modo particolare in un'ora tanto drammatica.

Ricordo una conversazione con D.D. Grimm, una volta che rientravamo da una seduta del Consiglio di Stato. Egli aveva molte più occasioni di noi, comuni esponenti dell'opposizione, di incontrarsi personalmente con i membri del Consiglio. Ciò che lo sconvolgeva soprattutto era il cinico nichilismo di questi personaggi, i quali erano pronti a sacrificare tutto per poter "sostenere" i loro figli, procacciarsi denaro in eccedenza...tutti i loro pensieri erano indirizzati principalmente verso finalità di questo genere.

Ora la gioventù che no sa nulla è pronta a idealizzare i ministri zaristi, così come molti si prestano ad alterare la verità nel loro sforzo di riabilitazione fantastica di Nicola II. E questi ministri degli ultimi anni --già, e anche di quelli precedenti- Goremykin, il principe N. Golicyn, Protopopov, Sceglovitov... Che raccapricciante compagnia!...E' veramente una follia collettiva pensare che il vecchio possa tornare"⁴⁵.

Questo era il passato...Ma il futuro che attendeva Vernadskij non era certo più roseo. Alla fine degli anni '20, qualche tempo dopo il suo ritorno in patria da Parigi, in concomitanza con la "grande svolta" imposta da Stalin⁴⁶, l'attività della KEPS fu sottoposta a una critica sempre più aspra, i principi guida che ne ispiravano i programmi di ricerca e l'azione furono apertamente contestati e condannati. Agli attacchi iniziali Vernadskij reagì con una risposta energica e ruvida, com'era nel suo stile. In un intervento dal titolo *O zadacah i organizacii prikladnoj naucnoj raboty Akademii nauk SSSR* (Sui compiti e l'organizzazione del lavoro scientifico applicato dell'Accademia delle scienze dell'URSS), uscito nel 1928 sotto forma di rapporto e resoconto del lavoro svolto dalla Keps, egli scrisse: "E' davvero poco probabile che possano sussistere dubbi circa il fatto che nella pratica dell'edificazione socialista, che si propone di modificare tutti i capisaldi della vita, il ruolo della scienza per il successo dell'impresa debba essere enorme. L'obiettivo fondamentale, in sostanza, è il *rapido* accrescimento della ricchezza del paese, che deve procedere a un ritmo come veloce e intensivo, da fare in modo che non vi siano effettivamente più poveri né bisognosi, che esso non sia affetto dalla piaga della miseria. Ma la ricchezza di qualsiasi Stato e nazione è creata e alimentata da due fattori: 1) l'attività di ricerca scientifica; 2) il lavoro"⁴⁷.

In questo passo è agevole cogliere l'amara ironia di chi inizia ad avvertire attorno a sé un clima nel quale l'assillo per le urgenze pratiche dettate dalla pianificazione e dai problemi dell'emergenza economica finisce per provocare lo svuotamento della stessa cultura scientifica. Alla fine degli anni '20 la scienza viene infatti piegata sempre più alle necessità sociali di breve e brevissimo periodo e modellata sugli interessi che scaturiscono dalla tendenza a valutare le capacità di qualsiasi organizzazione e il lavoro da essa svolto sulla base dei risultati pratici conseguiti nell'immediato. Quali siano state le conseguenze di questa tendenza sull'andamento e sulle sorti della ricerca scientifica

⁴⁵ Citazione tratta da: I.I. Mocalov, *V.I. Vernadskij*, Nauka, Moskva, 1982, p. 241

⁴⁶ Su questa "svolta" mi permetto di rinviare al mio saggio *Il potere staliniano e l'intelligencija tecnico-scientifica*, in A. Natoli e S. Pons (a cura di), *L'età dello stalinismo*, Roma, Editori Riuniti, 1991, pp.211-238

⁴⁷ V.I. Vernadskij, *O zadacah i organizacii prikladnoj naucnoj raboty Akademii nauk SSSR* (Sui compiti e l'organizzazione del lavoro scientifico applicato dell'Accademia delle scienze dell'URSS), 'Otcety Komissii po izuceniju estesvennyh proizvoditel'nyh sil Sojuza' (Rendiconti della Commissione per lo studio delle risorse naturali e produttive della Russia), 1928, n. 20, pp. 19-20.

nell'URSS, lo si può facilmente riscontrare ripassando mentalmente gli esiti della ben nota controversia tra N.I. Vavilov e T.D. Lysenko sulla genetica e sulla selezione⁴⁸.

E gli attacchi a Vernadskij e alla KEPS non cessarono, anzi si intensificarono dopo il 1931, in sinistra sintonia, del resto, con ciò che stava capitando ad altri eminenti scienziati del paese. Vernadskij continuò a lavorare a testa bassa e in silenzio, e a scrivere le sue *Razmyslenija naturalista* (Riflessioni di un naturalista), in cui meditava sul contesto che lo circondava in modo sempre più esplicitamente critico. Quest'opera, ovviamente, non vide mai la luce durante la vita del suo autore, scomparso il 6 gennaio 1945. Composta di saggi e pensieri scritti tra il 1927 e il 1942, fu pubblicata per la prima volta nel 1977, in forma ambigua, con commenti che ne snaturavano in più punti il significato e cercavano di rendere il suo contenuto più "digeribile" per il lettore sovietico.

Poi, nel 1988, in piena "perestrojka", la "riabilitazione ufficiale": con un Congresso internazionale, svoltosi in sequenza a Leningrado, Kiev e Mosca, città-simbolo della vita e dell'attività scientifica di Vernadskij, viene celebrata solennemente una ricorrenza di per sé insignificante: il 125° anniversario della nascita. In quello stesso anno vengono ripubblicate, in una nuova edizione filologicamente corretta, le *Riflessioni* con il nuovo titolo *Filosofskie mysli naturalista* (Pensieri filosofici di un naturalista). E così Vernadskij, già vissuto nella linea di demarcazione tra due epoche, la vecchia Russia degli zar e l'Unione sovietica bolscevica, torna oggi a riproporsi con la sua opera, finalmente valutata secondo i suoi meriti anche in patria, in questo periodo in cui la Russia si trova, di nuovo, al confine tra due fasi storiche profondamente diverse. Evidentemente la categoria di confine era scritta nel destino di questo grande scienziato, e non doveva rimanere soltanto un oggetto della sua riflessione teorica.

⁴⁸ Su questa controversia si veda S. Tagliagambe, *Scienza, filosofia, politica in URSS. 1924-1939*, Milano, Feltrinelli, 1978.