

Teilhard de Chardin e la teoria generale dell'evoluzione

Leonardo Angeloni

(http://www.teilhard.it/index_file/pagine/frame.html)

Introduzione

È giunto finalmente il momento di renderci conto che una interpretazione anche positivista dell'universo, per essere soddisfacente, deve comprendere l'interno oltre che l'esterno delle cose, - sia lo spirito che la materia. La vera fisica è quella che riuscirà, un giorno o l'altro, ad integrare l'uomo totale in una rappresentazione coerente del mondo (TdC).

E' questa la sfida che Teilhard de Chardin lancia a se stesso e ad un mondo diviso tra materialisti ed idealisti e per affrontare questa sfida spenderà tutta la sua vita dedicata alla ricerca scientifica ed alla meditazione spirituale spesso in un ambiente ingiustificatamente ostile.

Il campo da lui scelto per affrontare questa sfida è il campo dell'evoluzione, non limitata all'evoluzione biologica nei termini espressi da Lamarck e Darwin ma intesa come fenomeno globale che ha inizio dalla materia inanimata per estendersi alla formazione del pensiero ed alla dimensione filosofico-teologica e proprio questa lettura unitaria dell'evoluzione che parte con la materia inanimata (previta) e termina con la noosfera ed il punto omega costituisce il suo contributo fondamentale ed innovativo che delinea un quadro affascinante per la semplicità della sua struttura fondamentale e per le profonde implicazioni di carattere etico e morale.

Il pensiero di Teilhard assume la sua forma definitiva negli anni a cavallo del primo quarto del XX secolo cioè proprio nel momento in cui vengono definiti i principi fondamentali della scienza contemporanea che spaziano dalla teoria della relatività alla meccanica quantistica: conquiste della conoscenza che, come è sempre accaduto nel corso della storia del genere umano, hanno cambiato non solo l'ambiente in cui viviamo ma anche la nostra mentalità ed il nostro modo di vedere sia fuori che dentro noi stessi

Pur essendo un paleontologo ed un naturalista, egli respira a pieni polmoni questa atmosfera effervescente che segna profondamente tutta la sua opera portandolo ad assumere la teoria atomica , cioè la scoperta della struttura corpuscolare della materia, come paradigma fondamentale per l'interpretazione della realtà fisica che ci circonda.

Su questa base ed in una ottica di tipo evoluzionista il Teilhard naturalista costruisce la sua visione del passato che gli consente nel presente di superare la contrapposizione tra materia e spirito (cioè tra l'esterno e l'interno delle [cose](#)) e [gli](#) permette di proiettarsi nel futuro preconizzando la noosfera e la convergenza nel punto omega.

Sulla base delle sue scoperte scientifiche egli descrive il fenomeno dell'evoluzione come un continuo processo di complessificazione che a partire dagli elementi semplici come atomi e molecole porta alla costituzione di soggetti sempre più complessi che acquistano la loro peculiarità di individui (cioè soggetti non divisibili) grazie a processi di interazione che permettono l'emergenza di proprietà di insieme che non compaiono nei costituenti più semplici.

Questa legge naturale di "complessificazione" determina quella che egli chiama la "freccia dell'evoluzione" che è correlata con il manifestarsi nel corso della storia del nostro pianeta di strutture ed organismi sempre più complessi sia per quello che riguarda la materia inanimata che la materia vivente sino alla comparsa dell'uomo.

Viene così prefigurato il concetto di "emergenza" che sarà ampiamente sviluppato nella seconda metà del XX secolo (1) e che egli descrive con la seguente frase: "Semplicemente addizionati o giustapposti, gli atomi non costituiscono ancora la materia." (TdC)

Teilhard si esprime in questi termini per sottolineare il fatto che la mutua interazione tra gli atomi che costituiscono una molecola conferiscono ad essa delle caratteristiche che sono assenti negli elementi costituenti ed in altre molecole di diversa costituzione.

Una proprietà emergente è quindi una caratteristica che è originata dall'unione di elementi più semplici e che si colloca in termini intrinseci e qualitativi ad un livello più alto di quello in cui si trovano gli oggetti costituenti, e l'evoluzione è questo continuo passaggio da un livello inferiore ad un livello superiore attraverso veri e propri salti di qualità o passaggi di stato sovente caratterizzati da quelli che in fisica quantistica si chiamano effetti soglia e denominati da S.J.Gould con il nome di equilibri punteggiati.

Ma la sfida che Teilhard ha lanciato a se stesso ed al mondo intero va oltre il puro aspetto materiale e si ripropone di includere nella sua "fisica" l'uomo nella sua essenza integrale; questo processo di "complessificazione" che osserva nella materia inanimata e nella materia vivente sino alla comparsa dell'uomo viene quindi da lui assunto anche per quello che riguarda l'aspetto psichico e spirituale della natura umana che inserisce in un unico processo evolutivo che si estende sino ad una dimensione filosofica e religiosa.

In effetti egli parla costantemente di una legge di "complessità - coscienza" che costituisce il motore dell'evoluzione in cui queste due grandezze di diversa natura, ma strettamente correlate si sviluppano concordemente su di un substrato che egli definisce come "stoffa dell'universo" in cui materia e spirito sono visti come due aspetti diversi di una unica sostanza. Il fascino della teoria e del pensiero di Teilhard consiste proprio in questa consustanzialità tra due aspetti diversi di questa "stoffa dell'universo" che oltre 2500 anni di filosofia e 500 anni di scienza hanno trattato in maniera separata e spesso contrapposta.

Per salvaguardare la struttura unitaria costituita dall'insieme materia-spirito Teilhard postula in analogia con la struttura atomica della materia una struttura corpuscolare dello spirito, o della psiche, che obbedisce alle stesse leggi di aggregazione e di complessificazione osservate nel corso dell'evoluzione e che hanno portato alla comparsa dell'uomo. In questo contesto integrato la legge di "complessità-coscienza" (2) opera attraverso due diversi tipi di energia complementari che sono in continuo accrescimento e cioè l'"energia tangenziale", che è associata alle interazioni ed ai collegamenti dell'individuo con gli altri individui e con l'ambiente circostante assumendo quindi il significato tradizionale di energia determinato dalla scienza e dell'"energia radiale" che misura il grado di coscienza interno dell'individuo (la sua centrità) e agisce come elemento propulsore del nuovo individuo per l'interazione con l'ambiente circostante formando nuovi soggetti con sempre maggiore complessità.

Ma la scienza e la filosofia di fine ottocento e della prima metà del novecento non erano in grado di accettare una simile interpretazione che si poneva in apparente contrasto con i principi della termodinamica (principio di degradazione dell'energia e dell'aumento dell'entropia per i processi spontanei), con la teoria dell'evoluzione biologica di Darwin e prefigurava una visione filosofica e teologica di pansichismo e di panteismo rispettivamente.

Teilhard stesso si rende conto dei punti deboli della sua trattazione ed insiste moltissimo sul fatto che egli non intende creare una nuova metafisica ma limitarsi all'osservazione del "fenomeno umano"; nei capitoli iniziali di questa sua opera afferma:

"Le considerazioni che seguono non hanno certo la pretesa di fornire una soluzione del tutto soddisfacente al problema dell'energia spirituale. Il loro scopo è semplicemente di mostrare, con un esempio, ciò che una scienza integrale della natura dovrebbe adottare come linea di ricerca e seguire come genere di spiegazione." (TdC)

Egli infatti era completamente immerso nell'atmosfera culturale del suo tempo e non aveva gli strumenti teorici e sperimentali adatti a controbattere le accuse che gli venivano rivolte: accuse tuttavia che non sono tali da compromettere la validità della sua visione evolutiva.

Anche nell'opera di Teilhard quindi, come spesso accade anche nelle teorie scientifiche più esaurienti e nelle maggiori opere d'arte ci sono dei punti oscuri e delle zone d'ombra che rendono a volta difficile la lettura dei particolari pur non compromettendone la veduta d'insieme ed il potere espressivo.

L'onere di interpretare ed illuminare queste ombre è lasciato in genere alle generazioni seguenti che sulla base delle nuove scoperte e delle nuove acquisizioni dovranno valutare se esse siano inquadrabili nella prospettiva generale o se siano tali da inficiare la validità della stessa teoria o dell'opera d'arte

Il presente articolo si prefigge due scopi principali e cioè il primo consiste nel fornire, con l'applicazione delle più moderne acquisizioni scientifiche sviluppatasi nella seconda metà del secolo scorso, un supporto teorico alle intuizioni ed alle assunzioni, opportunamente riformulate, che Teilhard de Chardin ha posto alla base della sua teoria evoluzionistica. Il secondo è quello di dimostrare che il dualismo cartesiano che Teilhard aveva trasferito dal mondo macroscopico al mondo microscopico non è più necessario per giustificare la sua teoria evoluzionistica, risparmiandogli quindi quelle accuse di pansichismo e panteismo che hanno contribuito così grandemente ad offuscare la sua immagine. Il superamento di questo dualismo ontologico è possibile attraverso un approfondimento ed una riformulazione del concetto di emergenza che è strettamente collegata con il fenomeno della condensazione e della complessificazione sia a livello chimico-fisico che a livello biologico dando origine a veri e propri fenomeni apparentemente antientropici (che vanno dal meno al più come comprovato sperimentalmente nel campo della fisica quantistica e dell'ottica non lineare) e che si manifestano al livello umano come vera e propria emersione dello spirito dalla materia.

Tratteremo quindi la legge di "complessità-coscienza" e quindi il problema della "energia radiale" e della "energia tangenziale" introdotte da Teilhard in due sezioni separate nella prima delle quali parleremo di condensazione, complessificazione ed emergenza per quello che riguarda i fenomeni chimico-fisici e biologici, introducendo il concetto di individuo (individualizzazione) e di libertà e gradi di libertà in termini fisico-matematici, mentre nella seconda parte prenderemo in considerazione il concetto di coscienza dal punto di vista antropologico correlato con i concetti di libertà e di individuo che emergono dalla trattazione chimico-fisica e biologica.

1) La legge di condensazione e complessificazione.

Premessa metodologica

Come vedremo in seguito nell'ambito sub microscopico la meccanica quantistica e le più recenti acquisizioni sulla fisica e la teoria dei laser hanno dimostrato la fondatezza sostanziale della visione di Teilhard sul processo evolutivo, cioè un processo di condensazione e complessificazione che procede attraverso veri e propri salti di stato determinati da transizioni caratterizzate da effetti soglia e processi cooperativi.

La legge di condensazione e complessificazione si prefigura come legge di tipo universale, cioè che riguarda tutti gli aspetti della realtà che ci circonda che spazia dalla fisica delle particelle sino alla cosmologia.

Naturalmente questo non significa che vi è una unica formulazione matematica che sia capace di rendere conto della realtà in tutti i suoi vari aspetti ma solamente che vi è un unico principio formatore che determina la struttura delle varie formulazioni.

Come qualsiasi legge della natura, essa infatti assume significato quando è applicata ad una situazione reale che ne determina quelle che in fisica vengono dette condizioni al contorno condizionandone la formulazione con il suo rispettivo campo di applicabilità.

Per esempio la legge della conservazione dell'energia assume in ambito quantistico (sub-microscopico) una formulazione diversa da quella adottata in ambito macroscopico che è ancora diversa da quella valida in condizioni relativistiche, cioè quando la velocità degli oggetti si avvicina alla velocità della luce.

Il passaggio dalla dimensione atomico-molecolare a quella cellulare procariota ed eucariota comporta naturalmente una ridefinizione dei parametri in termini di grandezze medie essendo praticamente impossibile utilizzare il formalismo matematico della meccanica quantistica per molecole di elevato peso molecolare e quindi tanto meno per sistemi cellulari. Questo naturalmente non significa che le leggi quantomeccaniche che regolano le reazioni tra piccole molecole non siano valide per le reazioni che avvengono in ambito cellulare, ma solamente che in questo secondo caso vi sono molte variabili diverse che determinano le condizioni al contorno in cui operano le stesse leggi naturali.

La ridefinizione dei parametri è un elemento fondamentale per qualsiasi trattazione scientifica moderna e costituisce la base di quel riduzionismo metodologico che a partire da Cartesio costituisce la base su cui è costruito il sapere nell'età moderna.

Questo metodo si articola in quattro punti fondamentali che sono:

- 1) il dubbio, inteso naturalmente non come via principale verso lo scetticismo ma come strumento che permette di non assumere niente come verità assoluta, data per scontata, ma di essere sempre pronto a rimettere tutto in discussione e sottoporlo nuovamente alla prova della ragione.
- 2) L'analisi, cioè di suddividere il problema in parti separate da analizzare individualmente per individuarne le caratteristiche fondamentali anche rischiando esemplificazione ed approssimazioni
- 3) La sintesi, cioè il passaggio dal particolare al totale per mettere in correlazione la interazione tra le varie parti nella formazione del tutto
- 4) La enumerazione, che in termini moderni potremmo definire come la verifica sperimentale della teoria acquisita tramite il precedente processo razionale.

Il metodo cartesiano che costituirà poi la base del metodo sperimentale di Galileo, incorpora quindi nel suo interno uno strumento riduzionista, cioè l'analisi ma nello stesso tempo si classifica con una visione olistica, cioè con la sintesi in cui ricomporre le conoscenze acquisite tramite l'analisi per poterle applicare alla conoscenza del tutto.

Questo metodo è del tutto contrario al riduzionismo ontologico, cioè al materialismo, che si limita esclusivamente al secondo livello e cerca di spiegare il tutto tramite le caratteristiche dei singoli costituenti senza prender in considerazione le interazioni tra le parti che danno origine alle proprietà emergenti caratteristiche dell'insieme.

Il riduzionismo metodologico costituisce quindi uno strumento ineliminabile per l'acquisizione della conoscenza ma per essere tale deve essere applicato in modo rigoroso ed accurato poiché un uso non corretto di questo metodo può portare, come spesso accade, a delle conclusioni del tutto errate o per lo meno alquanto azzardate.

Nell'ambito del secondo punto infatti, cioè la fase di analisi e di separazione del problema in settori separati riveste un ruolo fondamentale la definizione delle condizioni al contorno in cui le varie teorie scientifiche si sviluppano, cioè la definizione di quei postulati che determinano i limiti di validità della teoria stessa e di cui occorre tener conto nell'ambito della fase successiva, cioè quella della sintesi.

Molto spesso si tende invece ad estrapolare indebitamente i risultati ottenuti nel secondo livello per proiettarli, attraverso processi analogici, al quarto livello saltando completamente la fase tre, cioè la sintesi. (3)

La formulazione matematica di tutte le teorie scientifiche e quindi anche i concetti sottesi, debbono essere sempre correlati con le condizioni al contorno e soprattutto con la verifica sperimentale, che costituisce il quarto livello del metodo.

Sulla base quindi di questa premessa osserviamo quali sono i vari campi in cui tale legge si esprime.

Cosmologia

La teoria del Big-Bang, nonostante i molti problemi non ancora risolti, costituisce l'ipotesi maggiormente suffragata sulla nascita dell'universo, e vede i primi inizi quasi contemporaneamente alla stesura de "Il fenomeno umano".

Teilhard accenna ad essa solo vagamente in una nota del libro "Il fenomeno umano" nel capitolo della previta, e non coglie la profonda consonanza tra la sua visione dell'universo e la stessa teoria che vedrà nella seconda metà del secolo la sua completa affermazione.

Secondo tale ipotesi, dopo l'esplosione iniziale e la separazione della materia dall'energia, che si ritiene avvenuta in frazioni di secondo, l'universo era composto esclusivamente di atomi di idrogeno e successivamente di elio, elementi che sono tuttora in esso predominanti.

L'universo è quindi venuto formandosi in seguito al processo di condensazione che è avvenuto a causa del suo raffreddamento progressivo in concomitanza con il processo di espansione determinato dal Big-Bang.

L'attrazione gravitazionale ha determinato la formazione di stelle al cui interno sono avvenuti ed avvengono attualmente processi di fusione nucleare che generano atomi sempre più pesanti corrispondenti agli altri elementi presenti in natura e liberando contemporaneamente una enorme quantità di energia.

La formazione dei pianeti, dei satelliti e delle altre stelle sarebbe avvenuta in seguito alla esplosione di queste stelle di prima generazione con la contemporanea dispersione dei loro atomi nell'universo.

Quindi, dopo il primo punto di singolarità iniziale, vi è una unica legge naturale che dà forma e contenuto a tutta la realtà che ci circonda, e cioè la legge di condensazione, o come avrebbe detto Teilhard di complessificazione che non consiste in

una semplice sovrapposizione ma in una profonda unione delle parti che si fondono e si compenetrano per generare un nuovo individuo (cioè un nuovo ente indivisibile).

In base a questa legge quindi possiamo dire che nelle singole stelle i singoli protoni si fondono per formare nuclei pesanti con più protoni e neutroni ed a livello planetario che i singoli atomi si uniscono per formare molecole e che molecole più piccole si fondono per formare molecole più grandi fino alla materia vivente.

Il processo di condensazione della materia, e quindi di aumento dell'ordine che avviene in alcuni punti dell'universo è determinato e compensato dall'aumento del disordine globale dovuto al processo di espansione attualmente in atto nell'universo.

Sotto questo aspetto quindi e con queste considerazioni il meccanismo proposto da Teilhard rientra perfettamente nei limiti della meccanica classica e della termodinamica nei termini in cui esse sono state formulate agli inizi del XX secolo per spiegare le leggi della trasmissione del calore e della energia soprattutto in relazione alla loro trasformazione in lavoro.

Le leggi della termodinamica sono state formulate infatti per sistemi isolati (in cui non vi è scambio né di energia né di materia con l'ambiente esterno) o con sistemi chiusi (in cui vi è solo scambio di energia e non di materia) e rendono conto dell'insieme del sistema ma non delle singole parti costituenti. Il cosiddetto carattere antientropico, attribuito ai processi di complessificazione è da attribuire quindi ad una inesatta determinazione dei limiti di validità della termodinamica che nei processi vitali sarebbe applicata addirittura a sistemi aperti, cioè in cui vi è anche scambio di materia.

Chimica – Fisica : Il legame chimico.

Il passaggio dalla fisica nucleare alla chimica in cui ci occupiamo dell'interazione tra i vari atomi e della formazione delle molecole comporta una ridefinizione del problema e delle rispettive variabili con la conseguente ridefinizione delle condizioni al contorno: si passa infatti dal campo delle forze nucleari forti alle forze nucleari deboli ed alle forze elettromagnetiche (questi due tipi di forze sono state recentemente riunificati in un unico tipo).

Gli atomi e le molecole costituiscono i mattoni fondamentali della realtà che ci circonda compresi i nostri stessi corpi. La base teorica su cui si fondano le conoscenze della chimica e della biologia molecolare è costituita dalla meccanica quantistica.

Nell'ambito della realtà sub microscopica, cioè nel trattare con atomi e molecole, siamo costretti tuttavia ad abbandonare una trattazione di tipo deterministico per accontentarci di una trattazione di tipo probabilistico.

La ragione di questo salto qualitativo di scelta metodologica e quindi del formalismo matematico è dovuta al fatto che qualunque tipo di misura noi facciamo, od immaginiamo di fare su di una particella elementare, comporta una interferenza sul sistema tale da alterarne l'energia o la posizione. Questa difficoltà è espressa dal principio di indeterminazione di Heisenberg che ci indica esplicitamente i limiti di precisione con cui possiamo fare questo tipo di misure.

La meccanica quantistica quindi rinuncia a definire con esattezza la posizione di una particella elementare (ad esempio un elettrone in un atomo od una molecola) per privilegiare invece la definizione esatta della sua energia e per fare questo, sulla base di esperimenti che hanno messo in evidenza la natura ondulatoria e corpuscolare di tale particella, associa ad essa una funzione d'onda il cui quadrato ci fornisce la probabilità di trovare tale particella in un determinato volume dello spazio.

L'approccio quantomeccanico, applicato a sistemi alla stato stazionario, cioè in cui non vi è variazione di energia con il tempo, fornisce come soluzione delle funzioni d'onda stazionarie (autofunzioni) caratterizzate da valori di energia quantizzati (autovalori) che vengono denominate orbitali.

Ogni atomo presente in natura ha quindi una sua particolare struttura elettronica che è determinata dal numero dei protoni presenti nel nucleo e dal numero di elettroni orbitanti intorno ad esso. Questi elettroni si dispongono a coppie su orbitali di energia crescente a partire da quelli che sono più vicini al nucleo che hanno una minore energia interna. Di tutti questi elettroni una particolare rilevanza viene assunta dagli elettroni presenti nell'orbita più esterna che sono attratti con minor forza dal nucleo e che sono di norma quelli che sono implicati nella formazione del legame chimico con altri atomi, uguali o diversi , per formare la molecola .

Al momento della formazione di un legame chimico, ad esempio tra due atomi dello stesso tipo, quello che si osserva è una interazione tra due orbitali atomici che si combinano in modo da formare due orbitali molecolari di cui uno ad energia minore degli orbitali atomici di partenza ed uno ad energia maggiore dando luogo a due nuovi orbitali molecolari su cui si dispongono due elettroni degli atomi di partenza. (4)

Il legame chimico può avvenire anche tra atomi di specie diversa attraverso un meccanismo che è perfettamente analogo dando luogo a molecole sempre più grandi.

Le nuove [entità molecolari che](#) si formano hanno tutte in comune la caratteristica di avere una energia interna minore dalla somma delle energie interne degli atomi costituenti ed inoltre di avere una distribuzione degli orbitali elettronici (che sono in numero uguale alla somma degli orbitali atomici degli atomi costituenti) modificata dalle interazioni atomiche tale da avere una minore differenza di energia tra gli orbitali occupati dagli elettroni, che configurano lo stato fondamentale della molecola e gli orbitali non occupati che possono essere raggiunti dagli elettroni a temperature maggiori o per azione di urti con altre molecole o per assorbimento di radiazione elettromagnetica.

Ogni nuova molecola formata ha delle caratteristiche completamente diverse da quelle degli atomi di partenza e costituisce una vera e propria nuova entità, cioè una nuova sostanza. Queste nuove entità quindi e le loro caratteristiche

sono riconducibili ma non riducibili alle caratteristiche degli atomi di partenza. Questo significa che in genere, tranne che in casi estremamente semplici, le proprietà delle nuove molecole non sono deducibili a priori dalle caratteristiche degli atomi di partenza anche se a posteriori possono essere interpretate in funzione delle particolarità degli elementi costituenti. Questa difficoltà nel predire esattamente le caratteristiche delle nuove molecole sulla base della conoscenza degli atomi costituenti deriva semplicemente dalla molteplicità delle particelle (nucleo ed elettroni) che costituiscono ciascun atomo che deve interagire con altri atomi per formare la molecola. Questo non vuol dire naturalmente che noi siamo del tutto impotenti di fronte alla problematica di effettuare nuove sintesi, perché possiamo procedere per analogie e per approssimazioni che sulla base delle conoscenze acquisite ci permettono di elaborare nuove tecnologie e nuove informazioni.

La formazione di una nuova molecola rappresenta quindi il caso più semplice ed elementare del fenomeno della emergenza che è determinato dalla molteplicità e dalla complessità connessa al tipo di interazione che si instaura tra le varie particelle. Questa interazione, come abbiamo detto, determina una ridefinizione delle energie degli orbitali degli atomi costituenti, che sono più ravvicinati tra di loro.

A livello molecolare quindi, anche per molecole relativamente semplici, un aumento della molteplicità e della complessità comporta una maggiore stabilità di tutto l'insieme, un aumento del numero dei modi normali di vibrazione, cioè degli spostamenti relativi di un atomo rispetto agli altri ed una maggiore possibilità di transizione tra vari livelli energetici nel senso che essi sono più ravvicinati e quindi richiedono una minore energia per essere effettuati. Quando un sistema atomico è in equilibrio termico con l'ambiente circostante assume una configurazione di minima energia interna determinata dalla legge di distribuzione di Boltzmann che per temperature non troppo elevate determinano una configurazione chiamata stato fondamentale.

Il processo di complessificazione comporta tuttavia anche un'altra caratteristica che occorre sempre tenere presente, e cioè che molecole più complesse sono anche molecole che sono più facilmente attaccabili da entità esterne, e quindi, in genere, più reattive. Per esempio molecole di idrogeno o di azoto o di gas nobili possono resistere a condizioni estreme di temperatura, mentre molecole organiche molto più grosse vanno incontro a processi di scissione e di deterioramento. Questo significa che la molteplicità e la complessità è in genere portatrice di un elevatissimo valore aggiunto ma nello stesso tempo comporta una maggiore fragilità per cui essa è possibile solo in particolari condizioni ed ha bisogno per conservarsi di sofisticati meccanismi di difesa.

Come vedremo questo aspetto sarà molto importante per le reazioni chimiche che avvengono durante un processo vitale. Possiamo quindi riassumere affermando che il processo di complessificazione comporta nell'ambito della chimica-fisica a) la formazione di nuove entità (cioè molecole) che noi chiameremo individui le cui caratteristiche sono deducibili, ma non riducibili alle caratteristiche degli elementi di partenza; b) i nuovi individui hanno una maggiore stabilità, perché sono caratterizzati da una minore energia interna rispetto alla somma delle energie dei costituenti c) i nuovi individui sono maggiormente differenziati tra di loro perché le loro caratteristiche cambiano a seconda delle modalità di reazione pur partendo dagli stessi elementi costituenti e d) i nuovi individui presentano un maggior grado di libertà, intesa non nel senso antropologico del termine ma in senso fisico, cioè le molecole maggiormente complesse, essendo caratterizzate da stati a più bassa energia e maggiormente ravvicinati hanno la possibilità di essere eccitate più facilmente e quindi di accedere ad una maggiore distribuzione, a parità di temperatura, rispetto alle molecole costituenti.

L'aumento della complessità comporta quindi un aumento del grado di individualità dei nuovi soggetti, interpretando questo termine nel senso sopra descritto.

Quanto detto sopra in maniera molto succinta e semplificata costituisce la struttura fondamentale su cui si fonda la meccanica quantistica per una trattazione qualitativa e quantitativa del legame chimico.

Teilhard de Chardin aveva intuito in maniera sostanzialmente corretta il meccanismo sopra esposto associandolo erroneamente ad una forma di energia, che egli definisce "energia radiale" che egli presuppone in continuo aumento proprio per sottolineare lo svolgimento naturale di questo processo che egli aveva messo a base dell'evoluzione, come pure aveva intuito la correlazione tra complessità e reattività a cui abbiamo accennato ipotizzando una correlazione tra energia radiale (che aumenta le centralità del sistema) con l'energia tangenziale che identificava con l'energia tradizionalmente trattata nelle scienze chimiche e nelle scienze fisiche.

Il rapporto tra energia interna (con la conseguente configurazione degli stati elettronici) e la reattività è stata ampiamente trattata nella teoria degli orbitali di frontiera elaborata da Fukui, premio nobel per la chimica nel 1981, che prende in esame le interazioni tra le singole molecole e le molecole circostanti al momento della formazione di un nuovo legame ed in tale trattazione trova giustificazione anche l'andamento non continuo del processo di complessificazione ipotizzato da Teilhard con la presenza dell'energia di attivazione che costituisce una specie di soglia che deve essere superata affinché il processo abbia luogo.

Effetti soglia ed effetti di Up Conversion

Un altro problema con cui la teoria di Teilhard ha dovuto fare i conti è la legge termodinamica della degradazione dell'energia. Abbiamo già detto che le leggi della termodinamica di per sé non vietano che all'interno di un sistema che globalmente evolve verso stati a maggiore entropia vi possano essere delle fluttuazioni energetiche tali da indurre in alcune sue zone un andamento del tutto contrario, tuttavia, tranne che nei sistemi viventi un tale comportamento non era mai stato reso evidente in natura e rimaneva del tutto inspiegato.

La risposta a questo problema è arrivata verso la fine degli anni 70 del XX secolo con lo sviluppo della teoria e delle tecniche laser applicate al campo dell'ottica non lineare e dei fenomeni coerenti.

Attraverso l'uso di laser pulsati con alta potenza di picco focalizzati su piccole porzioni di materia è stato possibile provocare processi di Up Conversion cioè trasformare radiazione elettromagnetica di bassa energia (luce rossa) in radiazione elettromagnetica di alta energia (luce ultravioletta), cioè andando in senso contrario a quanto previsto dalla legge di degradazione dell'energia.

Questi processi sono molto difficili da osservare e dipendono dalla intensità della radiazione incidente in modo non lineare, tuttavia, pur mostrando nella globalità dell'esperimento un andamento concorde con le leggi della termodinamica provano che, in piccolissime quantità ed in condizioni appropriate, è possibile anche muoversi anche in senso opposto a quello che generalmente si osserva.

Questi processi apparentemente di tipo antientropico possono essere o non essere a soglia e sono sostanzialmente effetti di tipo cooperativo e coerenti, cioè tali che i fotoni o gli atomi si muovono insieme in concordanza di fase.

L'importanza di questi processi anche all'interno della nostra trattazione sta nel fatto che essi dimostrano ancora una volta che le leggi della natura pur essendo definite e stabili possono tuttavia dare origine ad esiti diversi in funzione delle condizioni dell'ambiente in cui esse vengono applicate. Nel caso in questione è stato possibile ottenere un salto qualitativo (cioè la creazione di fotoni ad alta energia) attraverso la concentrazione di un numero notevole di fotoni a bassa energia in una porzione limitata di materia.

Questi processi di Up Conversion possono essere definiti anche essi come effetti emergenti, anche se sono di natura diversa da quelli che abbiamo esaminato in precedenza, e rivestono un ruolo importante nella teoria evoluzionistica di Teilhard che partendo da una base molto ampia e di bassa qualità (cioè la totalità degli organismi viventi) porta, attraverso stadi intermedi, alla comparsa dell'uomo che egli pone al vertice della piramide in termini qualitativi anche se limitato in termini quantitativi.

La formazione della vita

Anche il passaggio dal livello atomico-molecolare al livello biologico-macromolecolare comporta, come abbiamo detto, una ridefinizione di variabili necessaria affinché la scienza possa accedere alla conoscenza dei fenomeni in termini reali e proficui.

Questo non significa che le leggi che operano a livello quantistico non siano [valide al livello macroscopico](#) ma solamente che il numero di particelle implicate in tali fenomeni è talmente elevato da risultare improponibile una trattazione quantistica rigorosa. Anche le trattazioni modellistiche più sofisticate utilizzano largamente in questo tipo di calcoli delle grandezze medie e delle distribuzioni statistiche trattate in termini classici e non quantomeccanici. Cioè siamo in presenza contemporaneamente di processi di tipo quantistico, come la formazione e la rottura di legami chimici e di processi mediati, quali la polarità, la solubilità, la miscibilità ecc. di aggregati molecolari e di soluzioni.

Proprio nel campo biomolecolare risulta maggiormente evidente quel processo di condensazione e di complessificazione che Teilhard ha posto alla base della sua teoria generale dell'evoluzione ed il processo individuato a livello atomico-molecolare continua ad essere valido seppure espresso in termini differenti.

Una caratteristica fondamentale della materia vivente, che noi chiameremo bio-organica è che essa è basata fondamentalmente sulla chimica del carbonio che costituisce l'elemento predominante in un essere vivente, insieme all'ossigeno, all'azoto, al fosforo ed a pochi altri. Con un numero relativamente limitato di elementi chimici è possibile quindi, tramite processi di aggregazione e di complessificazione, procedere alla formazione di macromolecole, proteine, zuccheri ecc. che sono in grado di generare e sostenere l'esistenza di un essere vivente le cui caratteristiche possono spaziare da quelle di una cellula procariota sino a quelle di un essere umano.

Questo processo è possibile perché ciascun componente di questo sistema vivente ha un elevato e crescente grado di individualizzazione che lo rende peculiare e nello stesso tempo diverso dagli altri componenti simili con cui interagisce per formare un unico individuo superiore.

La reattività e la grande varietà di configurazione che possono assumere le molecole biologiche è determinata proprio dalle loro dimensioni e dall'elevato numero di gradi di libertà di cui esse godono che permette loro di poter reagire a temperature controllate e relativamente basse, tali cioè da non compromettere la loro esistenza e la loro struttura interna. Processi semplici di associazione e dissociazione sono alla base di processi di tipo enzimatico che sono in grado di abbassare sostanzialmente le energie di attivazione che sarebbero necessarie per ottenere le stesse reazioni in ambienti non biologici.

Un ruolo fondamentale di questo meccanismo è determinato dalla polarità delle molecole determinata dalla presenza su di una catena alifatica, cioè costituita da atomi di carbonio e di idrogeno, di atomi più elettronegativi quali l'ossigeno o l'azoto questa presenza rende possibile individuare una zona di una molecola con un eccesso di carica elettrica e quindi di natura idrofila mentre il resto rimane non carico elettricamente ed è quindi di natura idrofoba. Un esempio classico di questo tipo di molecole sono gli acidi grassi che messi in una miscela di acqua ed olio si dispongono in modo da interagire con l'olio attraverso la parte idrofoba e con l'acqua attraverso la parte idrofila con legami di natura elettrostatica. Questo significa che questo tipo di molecole, come molte altre molecole organiche mostrano dei processi di aggregazione spontanei che possono dare origine a delle micelle, cioè a veri e propri corpuscoli con una cavità idrofoba immersi in una soluzione acquosa.

Queste micelle possono essere il vero e proprio prototipo delle membrane cellulari che delimitano il corpo degli organismi procarioti cioè organismo monocellulari che si nutrono attraverso la fagocitazione di sostanze che aderiscono alla membrana cellulare per affinità simile a quella che abbiamo visto in precedenza.

Risulta quindi del tutto naturale affermare che la vita abbia avuto inizio in alcune nicchie ecologiche adatte a conservare le condizioni necessarie al suo sviluppo, al riparo cioè da fenomeni eclatanti e devastanti. Questo tipo di processo è di tipo autocatalitico, nel senso che il suo sviluppo rende possibile l'aggregazione di altre molecole e quindi di autoalimentarsi. La nascita della vita, così come l'apparizione di nuove specie è un processo di tipo a soglia, cioè è determinato dalla possibilità di raggiungere le condizioni necessarie a formare una nicchia ecologica, ma nello stesso tempo è un processo di tipo autocatalitico, capace quindi di autoalimentarsi e autoriprodursi: cioè qualcosa di simile a quanto avviene nell'effetto Laser od in una esplosione atomica che avviene solo se la concentrazione del materiale radioattivo raggiunge un valore critico oltre il quale ogni fissione provoca la fissione di altri atomi in un crescendo continuo (ed in questo caso devastatore).

Non dobbiamo essere stupiti della frequente ricorrenza di questo meccanismo, cioè dell'apparizione di una variazione o di una formazione che si sviluppa in un ambito spazio temporale limitato per poi diffondersi gradualmente su larga scala perché questo processo di unione, complessificazione e specializzazione è un motivo ricorrente nella storia universale, che si ripresenta continuamente anche se con forme ed in contesti diversi. Basti considerare che la stoffa della vita è sempre fondamentalmente la stessa, cioè è costituita dallo stesso tipo di molecole, presenta la stessa struttura cellulare che si alimenta, si riproduce e muore con gli stessi meccanismi. Come pure basti pensare che ogni essere vivente ripercorre in un arco di tempo limitato l'intera storia dell'universo; nasce infatti come un essere unicellulare in ambiente riparato, cioè una nicchia isolata dall'esterno, si accresce tramite la suddivisione e la specializzazione delle cellule che si accrescono in numero fino a delineare l'essere completo che a questo momento esce dal suo ambiente protetto per proseguire la propria evoluzione a contatto diretto con gli altri esseri più o meno simili inserendosi in un contesto di tipo sociale e contribuendo egli stesso a creare e modificare l'ambiente in cui vive.

Questo motivo ricorrente è il fondamento stesso dell'evoluzione che si sviluppa come un grande composizione sinfonica di stampo beethoveniano in cui il tema principale si affaccia delicatamente all'orecchio dell'uditore ritmato da un singolo strumento quasi impercettibile, seguito dal contrappunto di altri strumenti che individualmente si uniscono diversificandosi gradualmente e continuamente per poi venire accolto da tutta l'orchestra che lo suona all'unisono. Come in tutte le sinfonie il tema di base riaffiora continuamente all'interno della composizione in tempi e frequenza sempre diverse in una fioritura perenne di accordi e variazioni che nella loro molteplicità rinnovano continuamente l'originalità e l'unicità della composizione.

La sin-fonia della composizione si traduce nella storia dell'universo nella sin-ergia delle componenti che determinano quella direzione preferenziale, cioè quella freccia dell'evoluzione mirabilmente intuita da TdC.

Negli esseri superiori i meccanismi sono molto più complicati, ma fortunatamente ad ogni processo vitale è associato un fenomeno che spesso viene trascurato o male interpretato, e cioè è associata la memoria: una memoria chimica che viene accumulata all'interno della cellula stessa nella catena del DNA e viene trasmessa alle generazioni successive insieme alla vita stessa. Questo fa sì che le esperienze acquisite da un organismo possano essere trasmesse agli individui generati successivamente instaurando una vera e propria sinergia non solo in senso orizzontale, cioè tra individui della stessa specie (e spesso anche di specie diverse) che vivono nello stesso spazio e nello stesso tempo, ma anche tra individui che vivono in un tempo diverso e forse anche in spazi diversi.

Ciascuno di noi conserva nel suo DNA la memoria storica di questo evento eccezionale, con i suoi successi (il nostro patrimonio genetico) ed i suoi insuccessi (la gran parte del DNA che non codifica le proteine) e ciascun individuo, di una determinata specie, ha in comune con gli altri individui della stessa specie un stesso patrimonio genetico che costituisce la base del suo atteggiamento comportamentale che lo rende unico.

2) L'emergere della coscienza

Nelle pagine precedenti abbiamo esaminato l'aspetto fisico dell'evoluzione generale ed abbiamo mostrato come il processo di condensazione e di complessificazione sia strettamente collegato con il fenomeno dell'emergenza di nuove proprietà negli aggregati formati attraverso le interazioni delle varie componenti che li costituiscono, abbiamo scelto per essi il termine individuo " cioè indivisibile" proprio per mettere in evidenza che le nuove proprietà che caratterizzano i nuovi soggetti rivestono una connotazione di tipo ontologico e che una eventuale suddivisione comporta la perdita dell'identità stessa del nuovo soggetto.

Un altro aspetto che caratterizza questi nuovi individui, e che è conseguenza del processo di complessificazione, è l'aumento di diversificazione degli stessi e l'aumento dei gradi di libertà, cioè degli stati a cui essi possono accedere ad una determinata temperatura.

Ma la sfida lanciata da Teilhard e che noi abbiamo raccolto va oltre questo aspetto materiale, seppur di notevole valore ed interesse, per estendersi ad inglobare nel processo evolutivo la persona umana nella sua interezza, fisica e spirituale. Teilhard ha cercato di risolvere questo problema postulando una natura corpuscolare dello spirito che sottoposto alle stesse leggi evolutive della materia porta alla formazione della coscienza negli esseri umani. Egli in un certo qual modo ha trasferito il dualismo cartesiano a livello atomico-molecolare per delineare una fisica dell'interno delle cose, legata all'energia radiale ed una fisica dell'esterno delle cose legata alla energia tangenziale.

La meccanica quantistica ci da una definizione di energia interna che è diversa ma non in contrasto con quella espressa da Teilhard; se infatti sostituiamo in termine “centrità” con cui Teilhard definisce il grado di psichismo delle cose, con il termine “ individualità” che abbiamo utilizzato per esprimere il grado di complessità e di libertà conseguente al processo evolutivo, vediamo che non esiste nessuna contraddizione tra le intuizioni di Teilhard ed i risultati della meccanica quantistica. Ma rinunciando alla teoria corpuscolare della coscienza ed alla energia radiale nei termini espressi da Teilhard , per risolvere il problema dovremmo essere in grado di individuare nel quadro sopra descritto l’origine della coscienza e della natura metafisica della persona umana.

Il sistema nervoso

Procedendo con il metodo cartesiano-galileiano a cui abbiamo accennato in precedenza, quando trattiamo con organismi superiori, cioè piante ed animali, dobbiamo utilizzare dei parametri e dei sistemi di riferimento adatti ad affrontare la problematica in esame nel contesto in cui essa si manifesta.

Il parametro individuato da Teilhard per misurare il grado di complessificazione e quindi il livello evolutivo negli esseri viventi e negli animali superiori è il sistema neuronale e le dimensioni cerebrali.

Non occorre fare appello a nessuna particolare teoria per rendersi conto che le capacità individuali e funzionali di un essere vivente sono strettamente correlate con lo sviluppo del suo sistema nervoso.

In questo quadro quindi l’uomo , che ha il maggiore rapporto tra volume cerebrale e peso corporeo di tutti gli esseri viventi, si trova all’apice del processo evolutivo in atto nel nostro pianeta, risulta quindi del tutto naturale associare la presenza della coscienza (e quindi dell’anima) con quella che è la sua caratteristica specifica e peculiare, cioè la massa e la struttura del suo sistema nervoso centrale, cioè il cervello.

In realtà vedremo che quando parliamo di cervello non dobbiamo limitarci a considerare esclusivamente la massa cerebrale ma anche l’insieme delle funzioni da esso sottese compresi gli organi stessi che compiono tali funzioni, cioè in pratica dobbiamo considerare l’uomo nella sua interezza; pur tuttavia l’indice di cerebralizzazione costituisce un elemento sufficiente per una valutazione qualitativa e quantitativa delle funzionalità degli organismi superiori.

All’interno di ciascun corpo vivente, il sistema nervoso costituisce l’elemento di maggiore complessità sia in termini di funzionalità che in termini di organizzazione. Al sistema nervoso è devoluto sia il compito di coordinamento di tutti i processi vitali interni che quello di gestione delle interazioni dell’individuo con i soggetti esterni attraverso gli organi sensoriali. Non è un caso infatti che dei cinque sensi che caratterizzano il corpo umano, quattro siano localizzati sulla testa, cioè a stretto contatto con la massa cerebrale che costituisce l’unità centrale di controllo di tutti gli animali superiori.

Anche in questo caso quindi l’unione e la specializzazione delle cellule neuronali danno luogo a quel processo di complessificazione che è la base fondamentale per l’emergenza di nuove proprietà e per il processo evolutivo.

Nella trattazione della sua teoria corpuscolare della coscienza Teilhard de Chardin è stato costretto ad introdurre il concetto di coscienza riflessa per giustificare il salto ontologico relativo alla comparsa dell’essere umano, ma una acquisizione più ampia del concetto di emergenza che si esprime non solo in termini fenomenologici ma anche ontologici relativi soprattutto ai fenomeni di soglia ed agli effetti non lineari, rende non necessaria sia la specificazione di riflessione che l’ipotesi corpuscolare della coscienza.

Possiamo infatti attribuire la comparsa della coscienza e del pensiero nell’essere umano come l’effetto del superamento di un livello soglia della complessità cerebrale che ha dato luogo ad un vero e proprio salto ontologico. Infatti l’enorme aumento dello sviluppo cerebrale, [con il concomitante](#) aumento della funzionalità e della specificità degli organi collegati, ha reso possibile un surplus di capacità del sistema nervoso che non si limita più a gestire i processi biologici e vegetativi dell’essere vivente, ma consente una vera e propria attività creativa del pensiero che è in grado di acquisire, elaborare e trasmettere nuove e sempre maggiori conoscenze.

La denominazione di homo sapiens sapiens riflette il vero significato di questo salto ontologico che caratterizza l’essere umano sulla base della cultura, che pur esprimendosi attraverso supporti di natura materiale, ha tuttavia una natura esclusivamente spirituale e metafisica e che è la base su cui si sta sviluppando la noosfera.

Memoria, pensiero e conoscenza

Abbiamo detto che il segreto della trasmissione della vita è racchiuso nella memoria chimica che ciascun individuo trasmette alla sua prole. La fase di sviluppo delle nuove generazione segue infatti un cammino in gran parte determinato dalla sequenza di un numero estremamente limitato di basi puriniche e pirimidiniche (quattro) che raggruppate in unità più o meno lunghe, chiamate geni, codificano i progressi di sintesi proteica, di accrescimento e proliferazione cellulare. In qualsiasi specie vegetale od animale questo codice genetico determina la struttura e la funzione di qualsiasi parte del corpo, compreso il tessuto cerebrale, predisposto a coordinare e dirigere i processi vitali. Ma in tutti gli esseri viventi, a partire dai vegetali sino agli animali superiori ed al genere umano, vi è un altro tipo di processo che è altrettanto fondamentale per la vita e cioè l’interazione con l’ambiente ed il processo di apprendimento.

Anche questo tipo di processo deve necessariamente basarsi su di una memoria di tipo chimico, cioè legata a delle trasformazioni a carattere permanente che in qualche modo codificano gli input sensoriali a livello della corteccia cerebrale e che costituisce il data base su cui elaborare le risposte ed i comportamenti dell’organismo.

Come dimostrato dagli esperimenti di Kandel (5) questo tipo di codifica è di natura sostanzialmente proteica cioè legata alla sintesi di strutture proteiche sulla membrana esterna di cellule neuronali in corrispondenza di contatti sinaptici che trasducono i segnali provenienti dagli organi sensoriali.

La realtà esterna viene in qualche modo analizzata, codificata e trascritta sul tessuto cerebrale in termini di rappresentazioni elementari, che noi abbiamo chiamato irriducibili (6): il salto ontologico osservato nella natura umana è collegato con il fatto che il nostro cervello è in grado di utilizzare la memoria chimica per costruire nuove rappresentazioni della realtà cioè è in grado di pensare e quindi di conoscere.

La cultura, che di fatto costituisce la memoria esterna di questo processo, in cui il pensiero dell'uomo è espresso tramite la parola parlata o scritta o tramite le opere d'arte e le opere materiali, è il prodotto di questo processo che è di natura essenzialmente spirituale e che accompagna la nostra civiltà sin dalla sua nascita.

Noosfera e cultura

Naturalmente al termine cultura assegniamo un significato ampio che comprende qualsiasi aspetto dell'attività umana che è frutto del pensiero e viene trasmesso agli individui vicini e lontani sia spazialmente che temporalmente. Questa [caratteristica è la capacità](#) degli esseri umani di accedere alla conoscenza non solo attraverso le proprie esperienze sensoriali ma anche attraverso la cultura, cioè la conoscenza acquisita da altri individui, determina una connotazione di natura metafisica a questo particolare aspetto della natura umana che vede nell'individuo l'elemento generatore del pensiero ma nello stesso tempo vede nella comunità della conoscenza (noosfera) l'ambiente ed il soggetto di questa nuova dimensione dell'umanità.

Conclusioni

Dopo oltre 50 anni dalla sua scomparsa la meccanica quantistica ha sostanzialmente confermato la struttura fondamentale della teoria generale dell'evoluzione formulata da Teilhard de Chardin sulla base della sua profonda conoscenza scientifica in ambito paleontologico e della sua sensibilità di scienziato.

La legge di complessità-coscienza espressa in termini di energia radiale e di energia tangenziale è stata riformulata in termini di energia interna e di grado di individualità dei nuovi soggetti formati in conseguenza della legge di condensazione e di complessificazione che costituisce la principale forza trainante del fenomeno evolutivo.

L'evidenzializzazione della natura ontologica dei fenomeni di emergenza ha permesso di abbandonare l'ipotesi corpuscolare della coscienza che insieme alla comparsa dell'essere umano costituisce la punta avanzata della freccia dell'evoluzione orientata verso la creazione della noosfera e la convergenza al punto omega.

Leonardo Angeloni (Università di Firenze)

(1) Emergence and Human Uniqueness by J. Wentzel van Huyssteen Zygon vol 41 n°3 settembre 2006 (<http://www.blackwell-synergy.com/toc/zygo/41/3>)

(2) “Per sfuggire a un dualismo di fondo - impossibile e antiscientifico- e per salvaguardare nello stesso tempo la naturale complicazione della stoffa dell'universo, io proporrò la rappresentazione seguente (cioè la legge di “complessità-coscienza”) che farà da sfondo agli sviluppi che seguiranno.”(TdC)

(3) Un caso classico di questo procedimento riguarda la formulazione della sintropia introdotta dai fratelli Arcidiacono sulla base delle ricerche di Fantappiè, in questo esempio particolare si cerca di giustificare i processi vitali sulla base di una elaborazione matematica dell'equazione energia/momento/massa che mette in relazione le tre grandezze nelle condizioni in cui le velocità degli oggetti si avvicinano a quelle della luce, cioè in condizioni molto diverse da quelle in cui avvengono i processi che si vogliono studiare.

Altro esempio è costituito da Lothar Schafer che traspone direttamente concetti e soluzioni formulate in meccanica quantistica a grandezze che rientrano nella trattazione classica.

(4) In [realtà si ha](#) una ricombinazione anche di tutti altri orbitali atomici anche se di entità molto minore.

(5) Eric Kandel (premio Nobel per la medicina nel 2000) che ha dimostrato che la presenza di inibitori della sintesi proteica in alcuni molluschi sia correlata con la incapacità di sviluppare la memoria acquisita. Effetti analoghi sono stati nella drosophila (Tim Tully)

(6) Leonardo Angeloni: Scienza e trascendenza (<http://mondodomani.org/dialegesthai/lan01.htm>)

