Storia cultura società

PARISI PRIMA DEL NOBEL: UN GRANDE FISICO A CONFRONTO CON LA BIOLOGIA

di Valerio Calzolaio

da ILBOLIVE

https://ilbolive.unipd.it/it/news/parisi-prima-nobel-grande-fisico-confronto

Il fisico, premio Nobel, Giorgio Parisi. Foto: Contrasto/Tania

Qui e ora, prima e dopo, là e altrove. Ma quanto? Quanti? Circa 55 anni fa, alla fine del liceo, il recente Premio Nobel per il 2021 *Giorgio Parisi* (Roma 1948) era incerto se iscriversi a matematica (passione fin dall'infanzia) o a fisica (era rimasto colpito dalla concretezza delle scoperte moderne), optò per la seconda: "È assolutamente essenziale riuscire a tradurre il mondo in numeri, osservare come questi si evolvono e cambiano nel tempo, e alla fine costruire una teoria che li spieghi". Mentre un matematico per dimostrare un teorema deve arrivare a delle conclusioni al di là di ogni dubbio, un fisico si ferma quando ha raggiunto un ragionevole convincimento della verità delle sue conclusioni: "mi è capitato più di una volta di arrivare a dimostrare dei risultati (ovvero a portare degli argomenti euristici convincenti per la loro correttezza) e solo successivamente alcuni matematici di grande classe, dopo molti anni di duro lavoro, sono riusciti a trasformarli in veri teoremi".

Parisi fece la tesi con Nicola Cabibbo, nel 1971 entrò per due anni al centro di ricerca di Frascati, poi trascorse esperienze di lavoro a New York, Parigi, Amburgo, Ginevra e, dopo un anno alla Columbia, tornò definitivamente *in Italia*: "anche se avevo ricevuto molte offerte allettanti all'estero, non mi sono mai pentito di questa decisione". Parisi è divenuto uno dei

massimi esperti mondiali in meccanica quantistica e teoria dei campi; ha presto pubblicato studi innovativi sulla fisica delle particelle elementari; ha contribuito a introdurre una complicatissima modellizzazione in cromodinamica quantistica, le cosiddette equazioni DGLAP (l'ultima lettera sta per Parisi); ha elaborato l'equazione differenziale stocastica per i modelli di crescita per la "random aggregation"; ha ben studiato la dinamica degli storni quando si muovono in grandi gruppi; da decenni ottiene riconoscimenti internazionali e continua a insegnare *Fisica teorica* e *Teoria dei quanti* nelle università romane, sempre impegnandosi per politiche sociali egualitarie e per politiche pubbliche ben finanziate, innovative e inclusive, relative alla ricerca in Italia.

Parisi conversò nel 2006, quindici anni fa, con il bravo editore romano Sante Di Renzo, una quindicina di brevissime domande e altrettante corpose risposte in forma di saggio discorsivo. Ne nacque un agile volumetto di esemplare divulgazione, chiara e comprensibile, della sua carriera di fisico e delle sue opinioni sulle scienze contemporanee, in particolare sulla necessaria connessione fra fisica e biologia: Giorgio Parisi, *La chiave, la luce e l'ubriaco. Come si muove la ricerca scientifica*, Di Renzo Editore Roma 2021 (seconda edizione, 1° 2006), pag. 75 euro 12. Il volume di Parisi, finora unico suo testo divulgativo e unico suo libro in italiano, viene riedito a ottobre 2021 non appena gli è stato meritoriamente assegnato insieme a due altri studiosi il Nobel per la Fisica, sesto italiano dopo Marconi nel 1909, Fermi nel 1938, Segrè nel 1959, Rubbia nel 1984, Giacconi nel 2002.

Il testo parte da alcuni spunti autobiografici per affrontare poi le questioni principali della fisica moderna: il concetto di realtà fisica e dello spazio-tempo soprattutto negli ultimi due secoli, il contributo dei calcolatori e dei progressi tecnologici all'evoluzione contemporanea, il significato dei sistemi complessi, il rapporto tra fisica e altre discipline scientifiche soprattutto la biologia, i nessi fra "lineare" e "caotico", l'influenza dei criteri estetici e dell'arte sulla ricerca avanzata e sulle "belle" teorie, per dedicarsi infine alle scelte da compiere nelle politiche universitarie del nostro paese. L'attenzione è concentrata sulla riscrittura radicale della fisica classica avviata a inizio secolo scorso dai lavori di Max Planck sul quanto in azione (1901) e di Albert Einstein sulla relatività ristretta (1905) e generale (1915), con la faticosa gestazione della meccanica quantistica: lo spazio-tempo non è piatto e la sua curvatura è all'origine delle forze gravitazionali. In fondo vi sono brevi note biografiche di 25 personalità scientifiche (più volte richiamate nel testo), in ordine alfabetico da Bohr (1885-1962) a Whitehead (1861-1947).

Il titolo concentra l'attenzione su tre sostantivi di una vecchia barzelletta: di notte, *l'ubriaco* si mette a cercare una chiave sotto un lampione. Arriva un tale che lo aiuta ma, non trovando nulla, gli chiede se è proprio sicuro di aver perso lì *la chiave*. L'ubriaco risponde: "No, non sono affatto sicuro, ma è qui che c'è *la luce*". Ecco, gli scienziati fanno le cose che riescono a fare. Quando si accorgono di disporre dei mezzi per studiare qualcosa, che fino a quel momento era stato trascurato, allora s'impegnano per quella strada. Il delicato campo di indagine interdisciplinare che ha attirato la ricerca scientifica di Parisi sono stati i sistemi complessi, connesso alla fisica (teoria pura, simulazioni, esperimenti) tanto quanto a biologia, informatica, ecologia. Perché e come dieci milioni di neuroni, collegati da centomila miliardi sinapsi, formano un cervello che pensa, fenomenologicamente *sapiens*? Il punto di vista riduzionista tradizionale non consente di rispondere, il comportamento collettivo del sistema complesso è qualitativamente differente da quello di ciascun agente preso singolarmente, eppure la natura dei costituenti è cruciale per determinare il loro comportamento globale.

Parisi contribuì così al tentativo di raggruppare sistemi complessi in classi di sistemi che hanno un certo grado di somiglianza e un comportamento qualitativamente simile: per gli animali unicellulari "noi non dobbiamo considerare solo un batterio come può essere l'*Escherichia coli*, ma considerare decine, centinaia e forse migliaia di batteri diversi,

studiarne le proprietà e cercare di individuare quelle che sono in comune e *come si distribuiscono statisticamente quelle variabili*". Una volta che si ottenuta una modellizzazione accurata delle probabilità di distribuzione, sarà anche possibile ingrandire il numero dei componenti del sistema complesso (all'infinito) e fare previsioni sul sistema, di natura probabilistica e abbastanza precise, capaci di contemplare anche la presenza di un gran numero di diversi stati di equilibrio e di forme del sistema, oltre che di valutare le perturbazioni (le dinamiche non-lineari e i comportamenti irregolari, più o meno caotici).

Parisi era ben consapevole oltre un decennio fa che nelle scale piccolissime (molto più piccole di un nucleo atomico) o in quelle grandissime (l'universo intero) sono ancora molte le cose che non comprendiamo: non sapevamo bene se la lista delle particelle a noi note sia sostanzialmente completa oppure se esistano nuove particelle relativamente leggere non ancora osservate; oppure andavano ancora affrontate le problematiche connesse alla quantizzazione della gravità; mentre appariva dubbia la deduzione della multiforme disomogeneità degli anelli di Saturno dalle leggi di Newton. La conoscenza delle leggi di base non implica affatto la comprensione di tutti i fenomeni, pur se i metodi probabilistici sono essenziali. C'è un'enorme differenza fra la conoscenza delle reazioni biochimiche di base e la *comprensione del comportamento globale di un essere vivente*. Ne abbiamo già accennato rispetto alla termodinamica.

Per questo, la fisica degli ultimi decenni ha allargato enormemente il campo d'azione verso i sistemi fisici complessi non tradizionali, "invadendo" altre scienze e chiedendo loro di esserne "contaminata". Certo, collegare la fisica alla psicologia e alle scienze sociali è matematicamente difficile; certo, taluni problemi biologici sono poco quantificabili; certo, il numero di variabili (anche soltanto umane) può essere smisurato. Tuttavia, la scoperta del fatto, in meccanica quantistica, che esistono strutture presenti anche nel campo evolutivo, è stata d'impulso per cercare di capire se tali relazioni siano completamente casuali o se invece sussista un legame più profondo, dei collegamenti inaspettati. Il suo intento è divenuto quello di usare le teorie sul comportamento complesso dei sistemi disordinati per sollecitare ancor più lo studio della complessità dei *sistemi biologici*, in forte connessione anche col mondo esterno (in quello stesso libro il termine "biologia" è citato ben 29 volte, almeno una ogni due pagine). Nelle dinamiche evolutive casuali c'è sia una parte deterministica che una parte casuale. Ecco perché Giorgio Parisi è divenuto celebre anche per le ricerche sulla fisicità degli stormi di storni in atmosfera o, più recentemente, per le ricerche sulla trasmissibilità nella pandemia da *Covid-19*.

I *sistemi complessi* sono tutti quei sistemi lontani da uno stato di equilibrio, come detto, nei quali sono coesistenti movimentati stati alternativi distinti e l'interazione fra la moltitudine di componenti (e di relativi comportamenti individuali) produce comportamenti globali difficili da prevedere, seppur statisticamente stimabili. Nei sistemi complessi c'è una correlazione fra il disordine intrinseco a livello microscopico e le fluttuazioni di tipo macroscopico apparentemente imprevedibili. Si possono pertanto contribuire a studiare sia gli ecosistemi viventi che le comunità umane, sia il moto dei fluidi che il volo degli uccelli, arriviamo agli *storni* appunto.

Il comune storno (*Sturnus vulgaris*, secondo Linneo) è, come noto, un passeriforme originario forse dell'Eurasia e facilmente adattatosi in quasi tutti i continenti ed ecosistemi (famiglia *Sturnidae*), in genere piccolino, apertura alare di poche decine di centimetri, peso meno di cento grammi. Gira per il cielo con gli altri, di giorno alla ricerca di cibo (insetti, semi, frutta), di sera in cerca di riposo (su canneti o alberi). In volo viaggia, migra o si difende da attacchi di predatori attraverso evoluzioni di gruppo, magnifiche quando vengono riprese o fotografate, decine di migliaia di individui (talora più) in sincronica artistica azione (sovrapposizione di sincronie). Uno stormo di storni sembra un unico grande corpo (sistema complesso) acrobaticamente danzante in un'apposita (lineare) coreografia. Pare non sia

questione né di difendersi meglio, né di stare caldi, né ovviamente solo di fare scena. Intanto, capiamone bene i meccanismi fisici.

Ornitologi, biologi e fisici studiano i collettivi di storni da decenni, anche Parisi lo fece sulla base dei suoi modelli computerizzati, con successo, insieme a molti collaboratori e coinvolgendo sette centri di ricerca di cinque diversi paesi. Otto mesi col naso all'insù sempre a rimirarne le evoluzioni. Giorni interi di filmati per interpretarne i movimenti alla luce di leggi fisiche. Duecentomila fotografie. Copertina della rivista *Physics Today*. E così poi rispose nel 2014 alla domanda di un intervistatore in Sardegna: “Ogni singolo storno non interagisce con tutti gli altri individui a una certa distanza. Ciascuno tiene sotto controllo un numero fisso di suoi simili, 7-8, indipendentemente da quanto sono lontani: segue insomma un singolo spezzone del volo collettivo… Dopo gli storni analizzeremo nugoli di moscerini e banchi di pesci: vogliamo capire se alcune forme associative sono paragonabili a comportamenti dell'uomo, ad esempio nelle tendenze per l'abbigliamento… Com'è naturale, l'idea di fare analogie e stabilire possibili equivalenze va vista con equilibrio e cautele, magari più come una metafora. La questione, comunque, rimane quella di verificare se tecniche matematiche siano rappresentative di certi atteggiamenti”. Giorgio Parisi!

Leggiamo artisti scienziati e scienziati artisti! Sta ora per uscire appunto un altro volume di Parisi, previsto in libreria per il 16 novembre: *In un volo di storni. Le meraviglie dei sistemi complessi*. Restiamo umani pacifici e curiosi.