

“Ordine nel caos”, perché il premio Nobel per la fisica a Giorgio Parisi

In una data storica per la Fisica Italiana, il 5 ottobre 2021 il Premio Nobel per la Fisica è stato assegnato ad uno dei più prestigiosi scienziati italiani, **Giorgio Parisi**, in compartecipazione con il giapponese **Syukuro Manabe** e il tedesco **Klaus Hasselmann** *“for the discovery of the interplay of disorder and fluctuations in physical systems from atomic to planetary scales”*. I tre sono stati premiati per i loro contributi alla comprensione di fenomeni complessi come l’atmosfera, il comportamento delle particelle elementari, ma anche dei pianeti, delle galassie ... e degli stormi di uccelli, da cui si narra derivino le prime intuizioni sull’argomento.

In realtà, il maggiore riconoscimento scientifico è andato al nostro scienziato **Giorgio Parisi** (“il fisico che domina il caos”) per i suoi contributi fisico-matematici fondamentali per la comprensione di tutte le manifestazioni della complessità in natura, dalla scala atomica a quella cosmica attraverso tutte le gradazioni intermedie, incluse le forme viventi. La fisica dei sistemi complessi rappresenta infatti una frontiera sui quali si basa la vita stessa, e non ultimo il clima, tema di estrema attualità al di là dei (o forse proprio grazie ai) “bla-bla-bla” denunciati da **Greta Thunberg**.

Dagli studi di Parisi sviluppati modelli climatici dell’effetto serra antropico

Gli studi di Parisi sono quindi risultati essenziali alla

generalizzazione matematica di tutti i fenomeni complessi presi in esame. A partire dai quali, Manabe ha sviluppato i modelli climatici dell'*effetto serra antropico* (legame diretto tra concentrazione di anidride carbonica e altri gas serra e l'aumento delle temperature nell'atmosfera), mentre Hasselmann ha collegato tali modelli climatici a quelli meteorologici, migliorandone la prevedibilità.

A Parigi la metà dell'importo del premio Nobel: 491mila euro

La metà dell'importo del premio Nobel – complessivamente è di circa **982.410 euro** al cambio odierno di 10 milioni di corone svedesi, finanziati dalla omonima Fondazione con gli

interessi ottenuti sul capitale di 31 milioni di corone svedesi donato da Alfred Nobel in sede testamentaria, da “distribuire annualmente sotto forma di premi a coloro che durante l’anno precedente hanno conferito il maggior beneficio all’umanità”, quasi a volersi liberare dal peso di aver fatto fortuna con l’invenzione di uno strumento di distruzione – andrà quindi per metà al fisico romano, professore emerito di Fisica Teorica all’Università di Roma La Sapienza (Ordinario all’Università di Roma Tor Vergata nel 1981 a soli 33 anni) e Presidente dell’Accademia Nazionale dei Lincei, mentre Syukuro Manabe e Klaus Hasselmann si divideranno l’altra metà.

Va peraltro sottolineato come Parisi abbia dato contributi fondamentali in settori molto diversi. Sono noti i suoi studi di fisica delle particelle, meccanica statistica, fluidodinamica, materia condensata, supercomputer quantistici, reti neurali, il sistema immunitario, intelligenza artificiale. Nella fisica quantistica, collaborò con **Guido Altarelli** nella cromodinamica quantistica (*Quantum ChromoDynamics*, QCD), la teoria che descrive l’interazione forte, una delle forze fondamentali in natura che regola l’azione di forze nucleari a cortissimo raggio, capace di tenere insieme i protoni nel nucleo. La prima versione dell’equazione di evoluzione della QCD (a cura di Dokshitzer, Gribov, Lipatov, Altarelli e Parisi, DGLAP) apparve in occidente nel lontano 1977, e viene adoperata per la determinazione globale delle distribuzioni dei “partoni”, le particelle elementari oggi più comunemente denominate “quark” e “gluoni”.

Quando Parisi si è opposto all’Istituto Superiore di Sanità

per non aver reso aperti i dati sulla pandemia

Parisi non si è mai sottratto neanche al confronto sui temi più attuali, impegnandosi ad esempio (anche in occasione dell'assegnazione del Premio Nobel, ribadendo la necessità di maggiori finanziamenti nazionali alla ricerca) in battaglie di impegno civile in difesa della comunità scientifica nazionale e contro la pseudoscienza. Come Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei, si è veementemente opposto all'Istituto Superiore di Sanità (ISS), che, sulla base di un accordo tra le due Parti, avrebbe messo a disposizione degli esperti dell'Accademia i dati raccolti, onde effettuare analisi congiunte dei vari aspetti epidemiologici, ma non **consentendo la divulgazione di dati aperti** a tutti. Giorgio Parisi replicava con la necessità che i dati fossero resi **aperti ed accessibili all'intera comunità scientifica** – probabilmente accarezzando l'idea di una concreta opportunità di applicare le sue teorie sull'ordine nel caos per cercare di spiegare le dinamiche virali del Covid-19 e contribuire a debellarlo. Con ciò stimolando **la petizione #datiBeneComune (novembre 2020)** sulla richiesta al Governo di dati aperti, aggiornati e facilmente utilizzabili sull'emergenza pandemica – petizione alla quale la nostra Associazione Stati Generali dell'Innovazione ha prontamente aderito, anche sulla base dell'autorevolezza di Giorgio Parisi.

Perché assegnato il premio Nobel a Giorgio Parisi

Tornando al premio Nobel, questo viene conferito per un preciso risultato comprovato nel mondo scientifico, e quest'anno è stato assegnato in particolare per i risultati conseguiti nello studio delle proprietà dei materiali "disordinati", in cui cioè la disposizione degli atomi non segue un ordine e una regolarità come quella che si registra nei minerali cristallini. In questi la disposizione geometrica degli atomi segue precise simmetrie, tanto più rigide quanto più bassa è la temperatura di quei corpi. All'aumentare della temperatura il disordine del reticolo cristallino dovuto

all'oscillazione delle singole particelle diventa sempre più rilevante finché si rompono i legami fra gli atomi e inizia una transizione di fase dal solido al liquido.

Nei materiali amorfi le cose vanno diversamente e le posizioni degli atomi non si ripetono mai. Nello studio delle proprietà di questi materiali si possono utilizzare modelli già funzionanti nello studio dei magneti. Se pensiamo agli atomi come a microscopiche calamite che interagiscono fra loro e sono capaci di orientarsi nello stesso verso o in verso opposto, si può capire che un effetto cooperativo di più atomi possa influire sulla disposizione di quelli vicini, e se le temperature non sono così basse da bloccare il movimento degli atomi, un magnete esterno può contribuire all'orientamento degli stessi. Che si disporranno in posizione parallela o antiparallela rispetto al magnete esterno.

Togliendo il campo magnetico esterno nei materiali amorfi resta comunque una magnetizzazione residua. Un ruolo importante nello stabilizzarsi della magnetizzazione è svolto dalle fluttuazioni termiche che consentono al sistema di trovare la migliore configurazione – quella di minore energia. Questo fenomeno presenta qualche analogia con quanto succede nel vetro che, pur appearing come un solido, si modifica continuamente. La meccanica statistica è lo strumento per capire questo tipo di processi.

Lo studio de “la turbolenza in cui viviamo” definita da Isocrate (non uno scienziato ma un maestro di retorica ateniese del IV secolo A.C., riferendosi al permanente stato turbolento dello strato limite dell'atmosfera terrestre dove viviamo) e di altri analoghi “sistemi complessi” ha dato il Nobel per la Fisica 2021 a Giorgio Parisi, Syukuro Manabe e Klaus Hasselmann. Quello del caos è il dominio che unifica i vasti interessi scientifici di Giorgio Parisi (“il fisico che domina il caos”) in una ricerca che punta a imbrigliarlo e a gestirlo con strumenti statistici e probabilistici. L'atmosfera, la meteorologia, il clima sono fenomeni caotici

per eccellenza. Ma su tempi più lunghi è caotico anche il moto dei pianeti, delle stelle, delle galassie, mentre su tempi infinitesimi è caotico il comportamento delle particelle nel microcosmo.

L'universo, lungi da essere ordinato come si riteneva (da Aristotele a Copernico e poi, seppure diversamente regolato, da Galileo e Newton fino ad Einstein), è in realtà il regno di sistemi disordinati – quelli ordinati sono l'eccezione. Giorgio Parisi ha contribuito a illustrare e studiare le relazioni matematiche tra i sistemi complessi – gli organismi viventi, gli ecosistemi, l'atmosfera, le comunità sociali e molto altro. Per essi, è estremamente arduo calcolare le proprietà macroscopiche a partire dalle interazioni fra le componenti microscopiche, ma si possono stimare le *medie* di queste proprietà al variare dei parametri significativi delle interazioni. Giorgio Parisi, sviluppando nuovi modelli matematici rigorosi rappresentativi dei sistemi fisici complessi – vetri di *spin*, equazioni differenziali stocastiche per modelli di aggregazione casuale (e.g. Kardar-Parisi-Zhang), ecc. – ha sostanziato un insieme di concetti che rendono possibile sia la descrizione generale dei sistemi complessi che la loro evoluzione nel tempo. Nello stimare e correlare le interazioni apparentemente imprevedibili fra *disordine intrinseco a livello microscopico* e le *fluttuazioni di stato macroscopico*, Parisi ha evidenziato leggi generali che, come specificato nella motivazione del premio Nobel, valgono dalla scala atomica a quella planetaria.

Giorgio Parisi: “*Mi sono occupato del caos*”

Giorgio Parisi dice dei suoi studi: “*Mi sono occupato del caos. Non c'è nulla di più affascinante che trovare un ordine al suo interno. Dalle particelle ai sistemi neurali, fino ai componenti che formano un pezzo di vetro, ci sono sistemi le*

cui regole sono tutte da scoprire e il mio lavoro è provare a farlo. Ci sono ancora tante cose che mi piacerebbe scoprire".

Una di queste, da tempo, era il fascino emotivo dei fitti **stormi di storni**, rondini, e altri uccelli che ogni tanto vediamo volubilmente plasmarsi nel cielo, congiungersi e separarsi, formando un super-volatile, un uccello fatto di innumerevoli uccelli. Un sistema biologico complesso ("meta-stormo"). **il caos che si auto-organizza in un nuovo ordine**, anch'esso instabile e "disordinato". Il formarsi di figure geometriche in forme simili ad ellissoidi e altre più complesse raffigurazioni degli stormi di uccelli che variano in maniera sempre diversa ma con uno straordinario coordinamento cooperativo. Come può verificarsi questo tipo di movimento collettivo di esseri viventi? Come possono comunicare fra loro per realizzare quelle singolari figure nel cielo? Il prof. Parisi ha affrontato con successo anche questo problema formulando due ipotesi possibili di comunicazione fra i volatili. Nella prima si suppone che ogni uccello si muova tenendo conto di cosa succede ad una certa distanza da esso, nella seconda lo stesso uccello si muove tenendo conto di come si muovono sei o sette altri ad esso più vicini. Con un modello matematico che ne interpreta il movimento, la seconda ipotesi può spiegare meglio il fenomeno del moto collettivo dello stormo.

Al secondo anno di Fisica alla Sapienza di Roma dicevamo *"Quello prenderà il Nobel"*

Alcuni di noi erano al secondo anno di Fisica alla Sapienza di Roma ed Edoardo Amaldi era direttore dell'Istituto di Fisica quando si sparse la voce che al primo anno stava frequentando un nostro compagno che era perfino più bravo del migliore del nostro corso, e si è laureato come una meteora con **Nicola Cabibbo**. *"Quello prenderà il Nobel"*, dicevamo...

Al di là del Premio Nobel a Parigi, la facoltà di Fisica a La Sapienza ha radici lontane, e ha generato nel tempo grandi menti – **Enrico Fermi** e i suoi ragazzi di via Panisperna, fra cui **Edoardo Amaldi**, e poi **Nicola Cabibbo**, **Orso Maria Corbino**, **Carlo Bernardini** e molti altri più o meno noti al grande pubblico. La scuola romana di Fisica ha realisticamente posto le basi e indicato la direzione per le grandi affermazioni della Fisica Italiana nel mondo.

Dopo **Guglielmo Marconi** nel 1909, **Enrico Fermi** nel 1938, **Emilio Segrè** nel 1954, **Carlo Rubbia** nel 1984 e **Riccardo Giacconi** nel 2002, l'attesa per il sesto Premio Nobel per la Fisica Italiana è stata lunga, ma ne è valsa la pena.

Il prestigioso Premio Nobel a Giorgio Parisi sottolinea dunque la rilevanza della Fisica Italiana, e mostra come questa branca della Scienza stia assumendo sempre più un ruolo centrale rispetto alla vita stessa del genere umano – clima, fenomeni migratori, convivenza civile, perseguimento della pace, ecc.

“Grande Italia, ancora una volta sul podio mondiale!”

Cerimonia in onore del professore Giorgio Parisi, Premio Nobel per la Fisica 2021

(L'intervento del prof. Giorgio Parisi inizia al minuto 27:40, clicca qui per vederlo subito)

[embedded content]

<https://www.key4biz.it/ordine-nel-caos-perche-il-premio-nobel-a-giorgio-parisi/376944/>