

\* NOVA \*

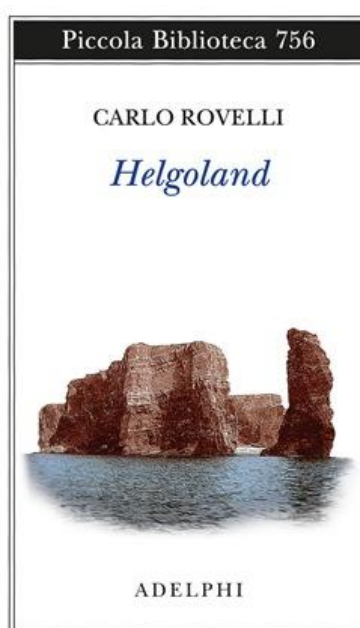
N. 1821 - 22 SETTEMBRE 2020

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

## HELGOLAND

*Sullo scoglio di Helgoland il futuro Nobel per la fisica Werner Heisenberg costruì la moderna meccanica quantistica ma senza scioglierne misteri e paradossi. La soluzione? Considerare le entità subatomiche come relazioni e non come "oggetti". C'è lavoro per fisici, filosofi e poeti.*

*Dal sito Internet de LA STAMPA del 21 settembre 2020, con il consenso dell'Autore, riprendiamo un articolo di Piero Bianucci, intitolato "Rovelli nell'isola brulla dove fiorì l'allegria dei quanti".*



La padrona della locanda si trovò davanti un giovane così mal ridotto che allungandogli la chiave della stanza sentì il bisogno di domandargli se qualcuno lo avesse picchiato. "No – fu la risposta – ho una terribile febbre da fieno". Il giovanotto era partito da Gottinga diretto a Helgoland, due isolotti rocciosi nel Mare del Nord quasi privi di vegetazione, il posto giusto per curare l'allergia da pollini. Nel 1947 il micro-arcipelago assisterà alla più grande deflagrazione di esplosivi convenzionali: 6700 tonnellate di dinamite, metà della bomba di Hiroshima. Gli inglesi si liberarono così dell'ultimo arsenale nazista. Non rimase un mattone sull'altro. L'isola principale, meno di un chilometro quadrato, oggi ha un migliaio di abitanti. Il versante occidentale è uno scoglio arido che si leva a 10 metri sopra il mare, il resto è pianeggiante, il porto guarda a oriente. Germania e Danimarca sono equidistanti, a un centinaio di chilometri. Due fari segnalano ai naviganti quell'intoppo in mare aperto.

### Acqua torbida, acqua chiara

Il giovanotto si chiamava Werner Heisenberg. Aveva 23 anni e mezzo. Quando pochi giorni dopo lasciò l'isola aveva con sé delle tabelle – tecnicamente "matrici" – che gettavano le fondamenta della moderna meccanica quantistica rappresentando posizioni e comportamento degli elettroni intorno ai nuclei. Era arrivato con la testa piena di problemi confusi, ripartiva con la sensazione di aver visto

---

**NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. PER SOCI E SIMPATIZZANTI - ANNO XV**

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti dalla Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

[www.astrofilisusa.it](http://www.astrofilisusa.it)

nitidamente “attraverso la superficie dei fenomeni atomici un mondo interno stranamente bello”. L’acqua torbida all’improvviso era diventata limpida. Siamo nel giugno 1925, sette anni dopo il giovanotto avrebbe vinto il Premio Nobel per la fisica.

### **Terra sacra**

“Helgoland” significa “terra sacra”. Heisenberg definirà il soggiorno nell’isola “un dono del cielo”. Lì, alle tre di una notte bianca, ebbe l’illuminazione della sua vita. Avvenne in una “estrema solitudine”, per richiamare il titolo che David Cassidy diede alla sua biografia di Heisenberg (Bollati Boringhieri). Forse per questo “Helgoland” è anche il titolo dell’ultimo libro di Carlo Rovelli (Adelphi, 227 pagine, 15 euro). Perché salpando da quell’isola Rovelli racconta le vicende della meccanica quantistica mettendola in una prospettiva che ne scioglie i paradossi con leggerezza ed eleganza: in qualche modo un’altra storia di illuminazione.

### **1900: l’inizio di tutto**

Come la Gallia di Giulio Cesare, la meccanica quantistica di Rovelli è divisa “in partes tres”. Nella prima Rovelli delinea i problemi nel momento in cui Heisenberg ha l’attacco di febbre da fieno. All’alba del Novecento Planck aveva introdotto il concetto di “quanto”, la “goccia” minima di energia. Lì per lì sembrava una idea stramba per risolvere il fastidioso problema del “corpo nero” nel quale aveva sbattuto le corna la fisica classica, ma con il procedere della ricerca si rivelerà qualcosa di molto più fondamentale: la granularità caratterizza, oltre all’energia, la materia, l’informazione, forse pure lo spazio e il tempo, insomma, l’universo intero. La discontinuità, il “discreto” è l’essenza profonda della natura. Nel 1905 Einstein dà ai quanti una robusta patente di legittimità usandoli per spiegare l’effetto fotoelettrico, lavoro che gli darà il Nobel. Poi la granularità entra nei “salti” degli elettroni e nello spin delle particelle, mentre si infittisce il mistero del dualismo onda/particella nonostante la diplomatica soluzione di Bohr che ne invoca la complementarità.

### **Tra fisica e filosofia**

Rovelli entra così nella seconda parte della sua Gallia. Onde, particelle, granularità fanno affiorare varie questioni epistemologiche sottostanti. Problemi sottili e imbarazzanti. Che significa osservare? Come mai il microcosmo è probabilistico? Cosa si nasconde dietro la correlazione a distanza tra particelle, l’“entanglement”, ora così ben dimostrato dagli esperimenti di Zeilinger? Il principio di indeterminazione è davvero un limite invalicabile? Con queste domande la fisica incontra la filosofia.

### **Il sonno inquieto di un gatto**

La matassa tocca l’acme del garbuglio quando Schroedinger, sfrenato amatore di donne dotato di un genio non inferiore alla sua carica erotica, immagina che un povero gatto chiuso in una scatola venga esposto a un mortale fenomeno probabilistico pilotato dall’indeterminatezza del mondo subatomico, per esempio il decadimento di un atomo radioattivo. Nell’esperimento ideale di Schroedinger, ingrato al felino ma assai apprezzato da Einstein, il gatto risulta contemporaneamente vivo e morto, cioè, per dirla con la fisica, in una “sovrapposizione di stati” che si scioglie solo nell’istante dell’osservazione, quando lo scienziato apre la scatola. Rovelli ha giustamente una sensibilità animalista che mancava alla rude fisica degli anni 20-30. Il suo gatto non è vivo e/o morto bensì sveglio e/o addormentato. Per la stessa attenzione al politicamente corretto, allude a Dio con il femminile “lei”. Lui sarebbe maschilista. Fu papa Luciani, nel suo enigmatico pontificato di 30 giorni, a dire che Dio è padre ma anche madre. La sostanza tuttavia non cambia, il paradosso è sempre lì.

### **Molti mondi, variabili nascoste, pragmatismo**

Ma allora il mondo esiste e “accade” solo se lo guardiamo? Einstein e Schroedinger non possono accettarlo, Dio non gioca a dadi, evidentemente la meccanica quantistica è una teoria incompleta. Altri elaborano soluzioni ancora più paradossali del paradosso quantistico moltiplicando mondi e osservatori, invocando “variabili nascoste” o altre serissime bizzarrie. Tullio Regge, fisico teorico eminente che lavorò con Heisenberg e che ho avuto la fortuna di frequentare per quarant’anni, si atteneva a una posizione pragmatica: i quanti non si capiscono, però funzionano fino alla nona cifra decimale, accontentiamoci.

## **L'asso nella manica**

Alla fine della seconda parte del libro Rovelli sfila l'asso dalla manica: l'equivoco sta nel pensare che esistano onde, fotoni, particelle, osservatori eccetera, mentre ciò che realmente esiste è una fitta trama di relazioni tra queste entità. "L'oggetto – dice Rovelli – non è che un insieme di interazioni su altri oggetti. La realtà è questa rete di interazioni, al di fuori della quale non si capisce neppure di che cosa staremmo parlando. Invece di vedere il mondo fisico come un insieme di oggetti con proprietà definite, la teoria dei quanti ci invita a vedere il mondo fisico come una rete di relazioni di cui gli oggetti sono i nodi. Ma allora attribuire sempre e necessariamente proprietà a una cosa, anche quando non interagisce, è superfluo, e può essere fuorviante. È parlare di qualcosa che non esiste: non ci sono proprietà al di fuori delle interazioni. (...) Chiedere quale sia l'orbita dell'elettrone mentre non interagisce con nulla è una domanda senza contenuto."

Sembra che Rovelli estenda il principio di complementarità di Bohr a tutta la realtà includendo osservatore e osservato: "Le proprietà di un oggetto che sono reali rispetto a un secondo oggetto non lo sono necessariamente rispetto a un terzo. (...) La sintesi è che le proprietà degli oggetti esistono solo nel momento delle interazioni e possono essere reali rispetto a un oggetto ma non rispetto a un altro." Credo di poter aggiungere che ciò è valido nel microcosmo; nel macrocosmo si perde una visione a così alta definizione: stiamo tranquilli, i piedi appoggiano ancora saldamente sul suolo e uno scontro con il monopattino di Toninelli fa ancora male. In altre parole, come mi faceva osservare pochi giorni fa il fisico e biologo Edoardo Boncinelli, esistono diversi livelli di quella cosa che chiamiamo "realtà" che corrispondono a diverse scale delle nostre osservazioni: micro, macro, cosmico...

## **Rivoluzionario sì, sconvolgente no**

È una rivoluzione, ma non troppo. Altre, seppure più parziali, le abbiamo accettate e non ci sembrano affatto sconvolgenti: la velocità di un oggetto è una proprietà che possiamo misurare solo rispetto a un altro oggetto, quindi è una relazione; sulla sfera della Terra alto e basso sono relativi alla posizione in cui ci troviamo, benché Salvini continui a pensare che il Nord è sopra e il Sud è sotto; la relatività speciale del 1905 dice che la simultaneità è relativa al moto dell'osservatore, quella generale del 1916 che la geometria dello spazio-tempo dipende dalle masse in gioco. Al termine della sua parabola scientifica persino Schroedinger ammetterà: "È meglio considerare una particella non come un'entità permanente bensì come un evento istantaneo. A volte questi eventi formano catene che suscitano l'illusione di esseri permanenti, ma solo in particolari circostanze e solo per un periodo di tempo estremamente breve in ciascun caso singolo."

Ed ecco il passaggio alla terza parte della Gallia, quella che i fisici tuttora stanno esplorando. Se l'universo è fatto di relazioni, l'entanglement acquisisce un ruolo globale, l'indeterminazione è il perno di tutto (la stessa granularità ne è una conseguenza), il futuro non è determinato dal passato, nella matematica da applicare a certi fenomeni quantistici cade la proprietà commutativa ( $2 \times 3$  non equivale a  $3 \times 2$ ) e così via.

## **Il fluire dolce della vita**

Negli ultimi capitoli Rovelli lascia affiorare la dimensione emotiva, umanistica, letteraria, poetica, personale. Sono le pagine più suggestive del libro, ma proprio per questo non le toccherò. C'è il rischio che la sovrapposizione di osservatore e osservato, lettore e testo, intorbidisca la visione, incrina l'incanto. Lascio la parola a Rovelli e a ognuno di voi piena libertà di valutazione: "C'è un senso di vertigine, libertà, allegria, leggerezza nella visione del mondo che ci offrono le scoperte sui quanti. (...) Ogni volta che qualcosa di solido è messo in questione, qualcos'altro si apre, e ci permette di vedere più lontano. Osservare lo sciogliersi della sostanza, di quanto appariva solido come la roccia, ci rende più lieve, a me pare, la transitorietà e il fluire dolce della vita".

**PIERO BIANUCCI**

<https://www.lastampa.it/scienza/2020/09/21/news/rovelli-nell-isola-brulla-dove-fiori-l-allegria-dei-quanti-1.39332594>

V. anche, sul sito de *La Stampa* del 22 luglio 2020, "Heisenberg: la fisica è incerta, questo è sicuro" di Piero Bianucci: <https://www.lastampa.it/scienza/2020/07/22/news/heisenberg-la-fisica-e-incerta-questo-e-sicuro-1.39112444>