



Nikola Turov/Shutterstock

Spesso in montagna non c'è «campo»

«Niente è troppo meraviglioso per essere vero se è conforme alle leggi della natura.»

(Michael Faraday)

Tutti abbiamo in tasca un cellulare e sappiamo che qualche volta lo possiamo usare e qualche volta no. «Non c'è campo» è una frase che si sente spesso: non c'è campo in montagna e non c'è campo in metropolitana, ad esempio. Ma cos'è che non c'è quando «non c'è campo»?

Il fenomeno è questo: i cellulari risentono, quasi dappertutto, di una qualche azione, che però non è presente in alcuni luoghi (la montagna, la metropolitana) dove questa grandezza non arriva. Proprio il telefonino ci permette di verificare la presenza o meno del campo elettromagnetico, che, emesso dalle antenne distribuite sul territorio, esercita forze sulle cariche elettriche mobili presenti nell'antenna del telefonino stesso.

Dal punto di vista logico il telefonino è come una carica di prova, che ci segnala l'esistenza di un effetto che i nostri sensi non percepiscono.

■ Newton e le forze

Ma come si è giunti a sviluppare il concetto di campo? Partiamo dall'inizio.

Era il 1687 e Isaac Newton pubblicava i *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, in cui propose per primo in modo compiuto e chiaro il concetto di forza. Da quel momento si afferma l'idea che le forze modificano lo stato di moto di un corpo da lontano. La Terra si muove lungo un'orbita attorno al Sole perché questo esercita una forza di attrazione su di essa.

Con Newton, la forza non è più «nel» corpo e «nel» suo movimento ma è qualcosa di esterno che modifica lo stato di moto. Così esterna che Newton stesso considera due tipi di forze: quelle «di contatto» e quelle «a distanza». In realtà la distinzione non è così netta: per esempio, ora sappiamo che la forza di attrito (che per Newton era senz'altro una forza di contatto) è in realtà una forza elettrica a distanza tra cariche che si trovano all'interno di molecole molto vicine tra loro.

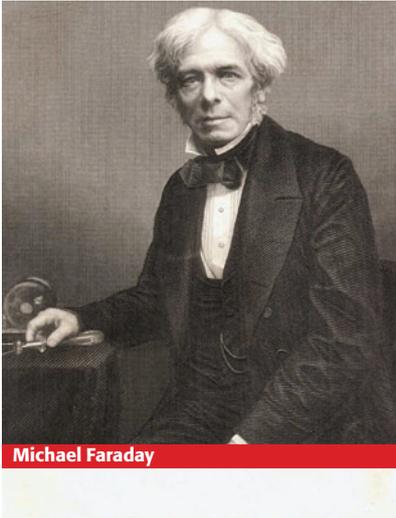
Successivamente oltre al concetto di azione a distanza fu introdotto quello di «campo», che permette di risolvere problemi di tipo logico («come fa una forza, come quella gravita-

zionale, ad agire a distanza attraverso lo spazio vuoto?») ma, soprattutto, apre la strada a nuovi sviluppi prima inimmaginabili.

■ Faraday e il campo

Negli anni Venti dell'Ottocento prendono piede le ricerche sui fenomeni elettrici e sul magnetismo. Ed è Michael Faraday che durante la sua ricerca sul magnetismo capisce che il campo elettrico e quello magnetico non sono solo campi di forza che influenzano il moto delle particelle, ma concetti fisici analoghi al campo gravitazionale. Tre fenomeni apparentemente distinti (magnetismo, elettricità e gravitazione) vengono ricondotti a una stessa idea fisico-matematica: quella di «campo».

Faraday affianca infatti alla ricerca sperimentale riflessioni teoriche generali. E scrive: «Non bisogna supporre per un momento che speculazioni di questo tipo siano inutili o necessariamente dannose. Esse dovrebbero essere sempre considerate come dubbie e soggette a errore e a variazione, ma sono tuttavia ausili potenti nelle



Michael Faraday

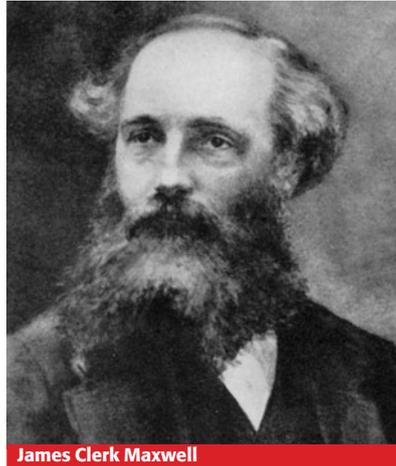
mani dello sperimentatore e del matematico, in quanto esse sono utili non solo per rendere provvisoriamente più chiara un'idea vaga, fornendole qualcosa come una forma definita che può essere soggetta all'esperimento e al calcolo, ma conducono anche, attraverso un processo di deduzione e correzione, alla scoperta di nuovi fenomeni, e provocano così un aumento e un avanzamento della verità fisica reale che, a differenza delle ipotesi che portano a essa, diviene conoscenza fondamentale, destinata a non essere cambiata».

Insomma Faraday aveva già colto che i campi «sono degli ausili potenti nelle mani dello sperimentatore e del matematico» in particolare perché «conducono anche alla scoperta di nuovi fenomeni», generando «un avanzamento della verità fisica reale» che «diviene una conoscenza fondamentale».

■ Maxwell e l'elettromagnetismo

Da lì a poco, nel decennio 1856-1865, James Clerk Maxwell completa la sua teoria elettromagnetica, e porta a compimento e maturazione la riflessione di Faraday, con l'introduzione delle equazioni per il campo elettromagnetico: le equazioni di Maxwell sono ancora oggi il prototipo delle equazioni di campo.

Lo stesso Maxwell nel 1865 esplici-



James Clerk Maxwell

ta: «Ho preferito cercare una spiegazione dei fenomeni elettrici e magnetici supponendo che essi siano prodotti da azioni che avvengono nel mezzo circostante oltre che nei corpi eccitati, sforzandomi di spiegare l'azione tra corpi distanti senza assumere l'esistenza di forze capaci di agire direttamente a notevole distanza. La teoria che propongo può perciò essere chiamata una teoria del «campo elettromagnetico» poiché essa ha a che fare con lo spazio nelle vicinanze di corpi elettrici e magnetici, e può essere definita una teoria «dinamica» poiché assume che nello spazio vi sia della materia in movimento dalla quale vengono prodotti gli effetti osservati».

In effetti, con la scoperta delle onde elettromagnetiche, il campo elettrico e quello magnetico devono essere considerati come oggetti fisici reali che si propagano nello spazio

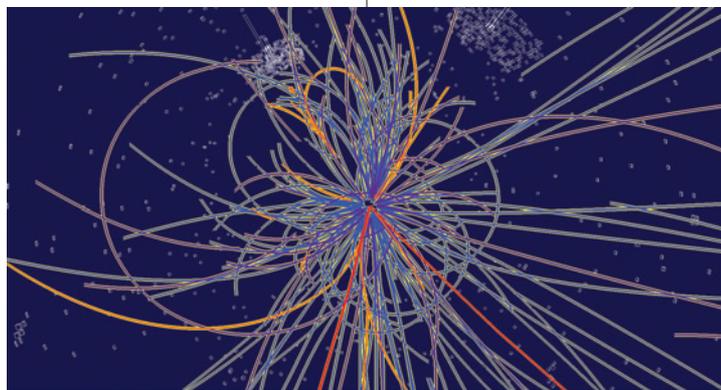
con una loro velocità definita e con proprietà specifiche.

■ La fisica del CERN

L'idea di campo e il linguaggio matematico che da esso nasce sono alla base anche degli sviluppi della fisica recente e futura. Un campo *quantizzato* permette di descrivere la creazione e l'annichilazione di coppie particella-antiparticella.

In particolare, il *campo di Higgs* promette di spiegare l'origine delle masse delle particelle fondamentali mediante le particolari interazioni che ha con esse. Si tratta di un campo scalare che, a differenza di un campo di pressione o di densità, interagisce con se stesso, facendo in modo di abbassare l'energia totale dell'Universo. Così il campo di Higgs, per il solo fatto di essere presente, giustifica la propria esistenza. Le *particelle di Higgs*, le manifestazioni corpuscolari di questo campo, sono attivamente ricercate in tutti i più grandi laboratori di particelle del mondo, a cominciare dal CERN di Ginevra.

Così, a partire da quello gravitazionale fino a quello quantizzato, il concetto di «campo» ha avuto un successo e un'utilità assolutamente imprevedibili a priori. Si tratta di un concetto *fecondo* che, come diceva Faraday, ha fornito un «ausilio potente» su cui i fisici hanno basato i propri ragionamenti, precisandone le caratteristiche ed estendendone le applicazioni.



Simulazione del CERN sulla rivelazione delle particelle di Higgs

DOMANDA

► Quale problema di tipo logico si risolve introducendo il concetto di *campo*?

ESERCIZI

- 1 Test.** Come rivelatore del campo elettromagnetico, un telefono cellulare svolge lo stesso ruolo logico di:
- A una carica elettrica che genera il campo elettrico.
 - B una carica elettrica che genera il campo magnetico.
 - C una carica elettrica in un filo percorso da corrente.
 - D una carica di prova.
- 2 Test.** Isaac Newton distingueva le forze in:
- A «di contatto» e «a distanza».
 - B «elettriche» e «magnetiche».
 - C «gravitazionali» e «elastiche».
 - D «forti» e «deboli».
- 3 Completa la frase.**
 «Secondo Michael i campi sono degli ausili nelle mani dello e del matematico. Essi conducono alla di nuovi fenomeni.»
- 4 Test.** James Clark Maxwell dichiarò di avere sviluppato le equazioni del campo elettromagnetico in modo da non utilizzare:
- A formule troppo difficili.
 - B cariche elettriche molto grandi.
 - C forze che agiscono a grande distanza.
 - D poli magnetici isolati.
- 5 Cancella le alternative sbagliate.**
 «Il campo di Higgs è un campo *vettoriale/scalare* che *interagisce/non interagisce* con lo stesso. La sua esistenza, se provata sperimentalmente, può spiegare l'origine delle *cariche/masse* delle particelle.»