



SISFA (Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia)

Mary Antoniazzi; Giuseppe Giuliani

IL CONCETTO DI CAMPO NEI MANUALI DI ELETTROMAGNETISMO

1 Introduzione

Nella evoluzione storica della fisica è possibile individuare un fenomeno che potremmo definire di *radicamento delle teorie*. Esso è il risultato della tendenza a conservare il linguaggio, i contenuti concettuali e i presupposti filosofici della teoria nella fase in cui essa è entrata a far parte della conoscenza acquisita, indipendentemente e nonostante gli sviluppi successivi della disciplina. Il processo di radicamento delle teorie è caratterizzato da:

- * la mancata esplicitazione delle assunzioni filosofiche che fanno da sfondo alle teorie e alla loro interpretazione;
- * la marginalizzazione delle riflessioni critiche sui fondamenti concettuali;
- * l'elaborazione e la sovrapposizione di sequenze di teorie in assenza di una ricomposizione concettuale e filosofica complessiva.

Tale sovrapposizione, nelle sue forme estreme, conduce ad una vera e propria *stratificazione e compartimentazione concettuale* con conseguenze negative sulla coerenza interna della disciplina, sulla visione che ne hanno i fisici, sul modo di praticarla e di insegnarla.

Riportiamo qui, schematicamente, i risultati parziali di una ricerca svolta sul concetto di campo nei manuali di elettromagnetismo al fine di evidenziare, se presenti, fenomeni di radicamento e stratificazione: in un lavoro successivo presenteremo il complesso della ricerca svolta.

2 Il concetto di campo nei manuali

2.1 Il campo elettrico

È possibile individuare tre tipi di definizione:

1. La definizione più diffusa è caratterizzata da un approccio operativo e dall'uso della legge di Coulomb e, quindi, dell'azione a distanza. Il campo elettrico viene poi definito come $E = F/q$ ove F è la forza di Coulomb e q la carica su cui essa si esercita (definita usualmente 'carica di prova'). Nella maggior parte dei casi il campo elettrico è considerato come una entità realmente esistente. In questo primo tipo di definizione si ritrovano concetti - azione a distanza e campo - che sono stati storicamente in contrapposizione e che sono ricomponibili in una sintesi unitaria solo rinunciando ad una interpretazione realista del campo (vedi la terza definizione). Inoltre il campo - nonostante l'importanza attribuitagli - appare come un concetto subordinato, perché derivato da quello di forza.

2. Un secondo approccio si basa sulla asserzione che una carica elettrica modifica le proprietà dello spazio circostante (anche nel vuoto); tale modificazione è descritta mediante un campo vettoriale, denominato campo elettrico. Questo approccio non viene, tuttavia, sviluppato con coerenza. Infatti, salvo rare eccezioni, i manuali introducono dapprima, anche in questo caso, la legge di Coulomb; sviluppano poi il concetto di campo mediante considerazioni di vario tipo, per definire infine il campo elettrico come $E = F/q$ ove F è la forza di Coulomb agente sulla carica q . Ritroviamo qui la sovrapposizione dei concetti di azione a distanza e di campo, già presente nel primo tipo di definizione. Ci sono, tuttavia, importanti differenze dal punto di vista ontologico: la realtà del campo elettrico è asserita esplicitamente e con convinzione; viene così esclusa la possibilità di azione a distanza.

3. Nel terzo approccio, che è il meno diffuso, il campo elettrico non viene considerato come realmente esistente, ma come un modello matematico atto a descrivere l'azione a distanza tra due cariche.

Il campo magnetico

Anche per quanto riguarda la definizione di campo magnetico, è possibile ricondurre i vari approcci alle tre classi già individuate per il campo elettrico. Tuttavia, all'interno di questa classificazione, si può individuare una ulteriore distinzione riguardante il tipo di sorgente utilizzata per la definizione. La definizione più diffusa (almeno nei manuali di scuola superiore) utilizza i magneti permanenti come sorgenti del campo, anche per seguire esplicitamente il percorso storico. Questo approccio conduce ad una definizione operativa attraverso la forza esercitata su un polo magnetico o la coppia esercitata su un ago magnetico. La definizione che si basa sul concetto di polo magnetico non è accurata perché il polo magnetico non viene, in generale, definito con precisione e perché un polo magnetico non può essere isolato. Il campo magnetico generato da correnti viene introdotto solo successivamente facendo riferimento alle osservazioni sperimentali riguardanti le forze esercitate dalle correnti su poli o aghi magnetici e utilizzando, talora, il principio di azione e reazione.

L'altro modo di procedere prende l'avvio dal campo magnetico prodotto dalle correnti o dalle cariche in moto. Questo approccio ha il pregio di condurre ad una definizione radicata nelle equazioni di Maxwell per il vuoto in cui compaiono solo le cariche e le correnti.

Conclusioni

La analisi che abbiamo svolto ci permette di concludere che:

1. La posizione filosofica dei manuali è di tipo realista; essa, in quanto opzione di fondo, è sempre implicita, ma emerge sovente in asserzioni riguardanti la realtà dei campi e delle onde. La asserita realtà di queste entità teoriche impedisce, ovviamente, di postulare la realtà dei fotoni o, comunque, di analoghe entità discrete.
2. La presentazione dei fenomeni elettromagnetici segue - in generale - un percorso storico: questo approccio è contemporaneamente un effetto e una causa del processo di stratificazione concettuale e filosofica.
3. Tale stratificazione si riscontra - nei manuali esaminati - nella definizione e nell'approfondimento dei principali concetti dell'elettromagnetismo. Nel caso del campo elettrico, la stratificazione emerge dall'intreccio di azione a distanza e campo, nonché dalla concezione realista del campo ereditata dalla immagine del mondo del tardo ottocento. Per quanto riguarda il campo magnetico, l'approccio basato sulla riproduzione del percorso storico e l'uso della analogia con la definizione del campo elettrico (cariche - poli magnetici) - tipico dei manuali per le scuole secondarie - conduce, generalmente, ad una definizione del campo magnetico confusa ed incompleta. Nessuno - tra i manuali esaminati - riconosce alla fine che le sorgenti del campo magnetico sono effettivamente due, perché i momenti magnetici intrinseci delle particelle non sono in alcun modo riconducibili al moto di cariche elettriche.

Riferimenti bibliografici

- [1] **Amaldi E., Amaldi G., Amaldi U.**, *Corso di fisica*, per i licei classici e le altre scuole medie, Zanichelli, 1984.
- [2] **Bergamaschini M. E., Marazzini P., Mazzoni L.**, *Fisica*, per i licei scientifici, vol. 3, Carlo Signorelli Editore, I Edizione, 1993.
- [3] **Caforio A., Ferilli A.**, *Physica*, per i licei scientifici, vol. 3, Le Monnier, 1989.
- [4] **Caldirola P., Casati G., Tealdi F.**, *Corso di fisica*, per i licei scientifici, vol. 3, Ghisetti e Corvi editori, 1986.
- [5] **Michetti M., Salvini M., Formaglio M.**, *Materia e forze*, per i licei scientifici, vol. 3, Canova, I edizione, 1990.
- [6] **Mulligan J. F.**, *Fisica*, vol. 3, Edizioni Cremonese, 1993.
- [7] **PPC**, *Progetto fisica*, vol. B, Zanichelli, II Edizione, 1986.
- [8] **PSSC**, Comitato per lo studio della scienza fisica, *Fisica*, vol. 2 - 3, Zanichelli, III Edizione, 1985.
- [9] **Tipler P. A.**, *Invito alla fisica*, vol. 3, Zanichelli, I Edizione, 1991.
- [10] **Agno M.**, *Elementi di Fisica*, Torino, 1956.
- [11] **Amaldi E., Bizzarri R., Pezzella G.**, *Fisica Generale*, Bologna, 1986.
- [12] **Amerio A.**, *Fisica Sperimentale*, Vol. II, Messina.
- [13] **Beiser A.**, *Physics*, III Ed., Menlo Park, 1982.
- [14] **Blum R., Roller D. E.**, *Fisica*, Vol. II, Bologna, 1985.
- [15] **Borowitz S., Beiser A.**, *Essentials of Physics*, Reading, Ma, 1966.
- [16] **Bruhat G.**, *Cours de physique generale: electricité*, VI Ed., Entièrement remanié par G. Goudet, Paris, 1956.
- [17] **Castelfranchi G.**, *Trattato di Fisica*, Milano, 1941.
- [18] **Condon E. U.**, in *Handbook of Physics*, E. U. Condon H. Odishaw Editors, New York, 1958.
- [19] **Feynman R., Leighton R. B., Sands M. L.**, *The Feynman Lectures on physics*, Vol. II, 1963.
- [20] **Fleury P., Mathieu J. P.**, *Elettrostatica, Corrente Continua, Magnetismo*, Bologna, 1964.
- [21] **Franeau J.**, *Physique*, Paris, 1968.
- [22] **Halliday D., Resnick R.**, *Physics*, II Ed., New York, 1960.

- [23] **Mencuccini C., Silvestrini V.**, *Fisica II, Elettromagnetismo Ottica*, Napoli, 1988.
- [24] **Perucca E.**, *Fisica Generale e Sperimentale*, II Ed., Torino, 1937.
- [25] **Planck M.**, *Theory of electricity and magnetism*, London, 1932.
- [26] **Pohl R. W.**, *Trattato di Fisica, Elettrologia*, Verona, 1972.
- [27] **Purcell E. M.**, *La Fisica di Berkeley*, Bologna, 1979.
- [28] **Sears F. W., Zemansky M. W., Young H. D.**, *University Physics*, Menlo Park, 1982.
- [29] **Sizoo G. J.**, in *Textbook of Physics*, R. Kronig Ed., London, 1954.
- [30] **Sommerfeld A.**, *Lectures on Theoretical Physics*, vol. III, (Electrodynamics), 1952.
-

Istituto di Fisica Generale Applicata
Università degli Studi di Milano
via Brera 28 - 20121 Milano, tel. +39 02 50314680 fax +39 02 50314686