

Corso di Perfezionamento Didattico  
Università di Pisa  
a.a. 2006-2007

# Relazione di Tirocinio

Luca Girlanda

Tirocinio effettuato nell'ambito del percorso "Storia della Fisica",  
a cura della Prof.ssa Rosa Fiore

## 1 Introduzione

Le osservazioni contenute in questa relazione riguardano un percorso di Storia della Fisica, proposto dalla Prof.ssa Rosa Fiore a sei alunni volontari della classe IIIB del Liceo Classico G. Galilei di Pisa. Il percorso si è articolato in cinque incontri di due ore, tenutisi al Dipartimento di Fisica, ed ha avuto per oggetto l'introduzione nella Fisica del concetto di campo elettromagnetico. Il corso traeva origine dalla Scuola di Storia della Fisica organizzata dall'AIF (Associazione Insegnamento della Fisica) a Modena, dal 27 novembre al 2 dicembre 2006, intitolata "Evoluzione del concetto di campo dall'ottocento ai giorni nostri". Questa attività ha coinvolto i ragazzi in parallelo con la presentazione di tipo tradizionale, rivolta invece a tutta la classe. Al di là della trattazione offerta dal libro di testo, la classe aveva visionato il film del PSSC "La legge di Coulomb", curato dal Prof. Eric Rogers. Il gruppo dei volontari ha anche assistito a degli esperimenti di induzione magnetica con bobine percorse da corrente e aghi magnetici, condotti dal Prof. Armando Bigi.

Le principali tappe del percorso sono consistite nell'analisi dei contributi successivi di Oersted, Ampère e Faraday, facendo ricorso alla lettura di alcuni passi delle memorie originali di questi scienziati. Queste letture venivano affidate a turno ai ragazzi e commentate dall'insegnante. La bibliografia è stata tratta dal testo di Mauro La Forgia, "Elettricità materia e campo nella fisica dell'Ottocento", edito da Loescher, 1982 e da quello di Michelangelo De Maria e M.Grazia Ianniello, "La nascita dell'elettromagnetismo classico: un'analisi storico-epistemologica", edito da Aracne, 2004. Un'altra fonte è stato il lavoro di Giulio Peruzzi, "Maxwell, dai campi elettromagnetici ai costituenti ultimi della materia", collana "I grandi della scienza" de Le Scienze, n. 5, 1998.

## 2 Contenuti del corso

Le letture dei brani delle memorie originali sono state affiancate da brevi biografie dei tre scienziati, queste ultime inquadrare nella descrizione dei diversi contesti culturali nei quali ciascuno operava. Specificamente si è fatto riferimento all'Idealismo (Fichte) e al Romanticismo (Schlegel, Schelling) come principali ispiratori dell'opera di Oersted, in particolare riguardo alla sua aspirazione (che sarà anche di Faraday) ad una visione unificata dei nuovi fenomeni (il galvanismo, l'elettricità e il magnetismo). Di Ampère si è invece sottolineata l'appartenenza alla "scuola francese", di impostazione più matematica, ed il costante riferimento all'autorevole figura di Laplace, contrapponendolo in questo senso a Faraday, la cui ostentata povertà di strumenti matematici e impossibilità di "penetrare nei ragionamenti astratti" lo induce a "trovare la mia strada seguendo la stretta concatenazione dei fatti" (Lettere ad Ampère 1822). L'interpretazione di Faraday, che poneva l'ac-

cento sulle linee di forza, sorta in modo concreto e istintivo, doveva trovare piena dignità di teoria matematica con il lavoro di Maxwell.

A conclusione della lettura della memoria di Oersted, sulla scoperta del “conflitto elettrico” tra filo conduttore e “particelle di materia magnetica” i ragazzi, sollecitati dall’insegnante, hanno enucleato una serie di concetti chiave, che qui riporto testualmente: il procedere della scienza, la demeccanicizzazione, il ruolo dell’immaginazione, paura dell’inconoscibile, l’800 periodo chiave, i nuovi metodi, il contesto storico. Ritengo che si tratti di parole chiave riferite all’introduzione che l’insegnante deve aver fatto all’intero percorso, più che al contenuto della memoria di Oersted. La memoria di Oersted sulla celebre scoperta (una delle poche avvenute in occasione di una presentazione didattica, seppur a studenti avanzati) contiene delle dettagliate descrizioni dell’apparato sperimentale, la spiegazione in chiave critica delle finalità della dimostrazione e della accidentalità della scoperta, l’interpretazione in termini di “spire” che si manifestano nello spazio circostante il filo conduttore, quest’ultima suffragata dai risultati sperimentali corrispondenti a diverse posizioni reciproche di ago magnetico e filo conduttore. Lo stile è quello delle comunicazioni scientifiche, rivolte agli addetti ai lavori, e mirate alla riproducibilità dei risultati. Io stesso, non digiuno di elettrodinamica, faticavo a seguire le concatenazioni logiche di Oersted, la cui lettura avrebbe richiesto di soffermarsi su ogni singolo periodo, possibilmente visualizzandolo mediante un disegno. Credo di poter dire senza allontanarmi troppo dal vero che a qualche studente sarà sfuggito qualcosa della prosa di Oersted. Analoghe considerazioni valgono per gli scritti di Ampère, sulle definizioni di “tensione elettrica” e “corrente elettrica” e sulle interazioni tra fili percorsi da corrente. In particolare le argomentazioni sulla “trasversalità” delle interazioni magnetiche, elemento anomalo rispetto alle interazioni di tipo centrale fino ad allora conosciute, credo che richiedessero una certa familiarità con l’operazione di prodotto vettore, che gli studenti invece ignoravano. Più agevole deve essere stata la lettura di Faraday, anche perchè presentata in un contesto di tipo più discorsivo e divulgativo, come quello del lavoro di Giulio Peruzzi su *Le Scienze*. In particolare è emersa la sua insistenza nel conferire *materialità* e *dignità di esistenza fisica* alle linee di forza, in netto contrasto con Ampère, che poneva al centro dell’attenzione le interazioni tra i “costituenti elementari” (ad esempio gli elementi infinitesimi di filo) da tenere in conto con i metodi dell’analisi. Due visioni nettamente antitetiche: Ampère propenso al ragionamento speculativo di tipo matematico e interessato a ipotetiche entità elementari interagenti a distanza mediante forze newtoniane (dal microscopico al macroscopico), Faraday nettamente scettico sulle teorie, interessato alla distribuzione di forze intorno ai corpi elettrizzati o magnetizzati, e in ultima analisi spinto a identificare gli atomi come “centri di forze” (dal macroscopico al microscopico).

### 3 Considerazioni critiche

L'argomento del percorso didattico presentato è di indubbio interesse, in quanto affronta un passaggio cruciale della storia del pensiero e della civiltà, quello della "rivoluzione elettromagnetica". In questo senso potrebbe essere offerto come paradigma delle rivoluzioni scientifiche, certamente di più immediato riscontro rispetto a quella quantistica, ad esempio. È anche un bell'esempio di "unificazione", parola di cui si sente tanto parlare nella divulgazione. Una presentazione di tipo storico in chiave problematica può certamente aiutare a introdurre il concetto di campo, tipicamente di difficile assimilazione da parte degli studenti a causa della sua astrattezza. È un passaggio cruciale anche perchè è alla base di un'altra rivoluzione scientifica, quella della relatività. L'introduzione del concetto di campo porta alla ridefinizione di concetti ritenuti acquisiti, come quelli di particella, spazio, azione a distanza, vuoto. E questo ha diretta attinenza con tematiche di tipo umanistico, che caratterizzano il liceo classico. Anche l'analisi linguistica dei termini usati da Faraday è illuminante: che cosa significa *materialità* delle linee di forza? Che cos'è che noi chiamiamo *materia*? Qual è l'etimologia di materia? Qual è il contrario di materia? Che cosa chiamano materia i fisici moderni? Che cos'è l'*antimateria*? Che relazione c'è tra materia e massa? Che cos'è che noi chiamiamo *vuoto*? E che cosa chiamano *vuoto* i fisici moderni? Queste sono alcune delle sollecitazioni da me proposte ai ragazzi durante il mio tirocinio. Nell'accezione di Faraday *materialità* significa *esistenza fisica*, cioè la proprietà di produrre effetti sperimentalmente osservabili. Si potrebbe ancora indagare su cosa voglia dire "esistenza fisica". Ad esempio, l'esistenza degli atomi e delle molecole era messa in dubbio da molti fisici e chimici ancora alla fine 800 e inizio 900. I più erano d'accordo nel dire che si trattava di uno schema concettuale, uno strumento teorico ("come le funzioni in matematica" diceva Mach) che spiegava molte cose (soprattutto in chimica), ma erano ben lontani dall'accettarne l'esistenza come cose tangibili (altra possibile definizione di esistenza fisica, che può anche essere fuorviante). Ci volle l'apporto teorico (tra cui quello di Einstein) e sperimentale per comprendere che atomi e molecole sono qualcosa di più che semplici "strumenti concettuali". Analogo discorso può essere fatto con le particelle elementari (i quarks ad esempio, al contrario degli atomi, nessuno li ha "visti", ma la maggior parte li considera qualcosa di più che puri enti teorici). È il fisico che crea questi "oggetti materiali", nel momento in cui li concepisce come strumenti di conoscenza: si creano modelli della realtà che ad un certo punto "diventano" la realtà. Faraday e Maxwell con la loro concezione del campo elettromagnetico, costituiscono degli esempi lampanti di questo processo, così come Boltzmann e Einstein per quanto riguarda gli atomi e le molecole, o GellMann e altri per quanto riguarda i quarks. Non c'è bisogno di scomodare il gatto di Schroedinger per esplorare i tanti significati di "esistenza", argomento che si presterebbe a delle attività interdisciplinari con i colleghi di filosofia.

## 4 Bilancio

Il percorso didattico è stato oggetto di un questionario conclusivo, distribuito dall'insegnante, cui purtroppo non ho avuto accesso. Dai contatti con i ragazzi è emerso qualche elemento positivo, riferito però più ai contenuti e alle conoscenze (frazionamenti) pregressi sul magnetismo che non all'analisi storica e epistemologica. Ad esempio vi è stato chi non sapeva che separando un dipolo magnetico si ottengono altri due dipoli magnetici. La partecipazione degli studenti durante gli incontri non è stata molto attiva, nonostante le ripetute sollecitazioni dell'insegnante, e credo che su questo abbia influito la scelta dell'impostazione metodologica (lettura da parte di uno studente a turno e commenti da parte dell'insegnante). È possibile che la costituzione di un gruppo di lavoro con una divisione dei compiti più strutturata avrebbe portato ad un maggiore riscontro da parte degli studenti. Risulta anche evidente come, per quanto comprensibile dal punto di vista didattico, la scelta di offrire il corso "in parallelo" con l'ordinaria trattazione scolastica degli stessi argomenti, nei limiti in ultima istanza la fruibilità. C'è però da dire che per lo stesso motivo probabilmente il corso non si esauriva nelle 10 ore cui abbiamo assistito, ma si estendeva di fatto anche nelle ore scolastiche. Non abbiamo una misura dell'efficacia di questa iniziativa rispetto all'obiettivo di incrementare le iscrizioni nel corso di laurea in Fisica, e forse non sarebbe lecito pretenderla. Certamente l'occasione data ad un gruppo di volontari di seguire un corso al dipartimento di Fisica, di interagire con fisici di mestiere e di imparare che sì, anche con una formazione umanistica si può pensare di diventare fisici, è un'iniziativa meritoria.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Scuola di Storia della Fisica "Evoluzione del concetto di campo dall'ottocento ai giorni nostri", AIF Modena, 2006.
- [2] Mauro La Forgia, "Elettricità materia e campo nella fisica dell'Ottocento", Loescher Torino 1982.
- [3] Michelangelo De Maria e M.Grazia Ianniello, "La nascita dell'elettromagnetismo classico: un'analisi storico-epistemologica", Aracne Roma, 2004.
- [4] Giulio Peruzzi, "Maxwell, dai campi elettromagnetici ai costituenti ultimi della materia", collana "I grandi della scienza" de Le Scienze, n. 5, 1998.
- [5] Arturo Russo, "Correnti e linee di forza - La scoperta di Oersted e i suoi sviluppi", e "Da Faraday a Maxwell - L'emergere del campo elettromagnetico", in [1].