

**CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN
«STRATEGIE DIDATTICHE PER PROMUOVERE UN ATTEGGIAMENTO POSITIVO VERSO LA
MATEMATICA E LA FISICA»**

RELAZIONE DI TIROCINIO SUL CORSO:

**Quali saperi? Quanti saperi? Proposta di un percorso di storia della Fisica
tenuto dalla professoressa Rosa Fiore**

Relazione di Lucia Berni

Introduzione

Il tirocinio cui ho partecipato è un modulo di insegnamento tenuto dalla prof.ssa Rosa Fiore docente del Liceo Classico “G. Galilei” di Pisa dedicato agli studenti dell’ultimo anno delle superiori. Tale corso si è svolto nell’ambito del “Progetto Lauree Scientifiche” e riportava il titolo: “*Quali saperi? Quanti saperi? Proposta di un percorso di storia della Fisica*”.

Anche se era aperto agli alunni dell’ultimo anno di tutte le scuole superiori, il corso è stato frequentato solo da una decina di alunni della stessa prof.ssa Fiore.

Le finalità (preannunciate via e-mail) del corso erano:

- (i) accostarsi alla lettura di una rivista scientifica o di una memoria originale;
- (ii) ampliare l’orizzonte culturale del ‘900;
- (iii) considerare le problematichità e la contestualizzazione di una ricerca e non solo i risultati.

Il modulo d’insegnamento è stato di cinque lezioni pomeridiane di due ore ciascuna. La prima lezione è stata di laboratorio, le altre teoriche.

Contenuto e modalità di svolgimento

Il percorso proposto è stato incentrato sul passaggio dall’interpretazione meccanicistica dei fenomeni al concetto di campo¹.

L’insegnante desiderava che gli alunni si immedesimassero nella situazione dei fisici del tempo così da ripercorrere le loro difficoltà nel trovare un’interpretazione plausibile per i fenomeni osservati.

Proprio per questo non aveva voluto dare loro alcuna nozione di elettromagnetismo.

Gli alunni conoscevano solo la teoria delle interazioni tra cariche elettriche, dei condensatori e delle leggi di Ohm. L’intento principale dell’insegnante era il seguente: se l’apprendimento avviene attraverso concetti comunicati dei quali occorre solo prendere atto, può sfuggire la novità dei concetti introdotti e si rischia di ridurre la Fisica ad un insieme di regole piuttosto che ad una scienza che offre una lettura della realtà filosofica e fisica al tempo stesso.

La prima lezione si è svolta in laboratorio (dal prof. Bigi) e gli alunni hanno potuto osservare le seguenti esperienze:

- interazione di un filo conduttore attraversato da corrente con un ago magnetico
- linee di campo generate da un filo conduttore attraversato da corrente
- linee di campo generate da un magnete
- linee di campo generate da un solenoide attraversato da corrente.

Nelle lezioni successive sono stati letti memorie e articoli di riviste scientifiche il cui elenco è riportato in appendice.

¹ L’insegnante ha preso spunto dalla “Scuola di Storia della Fisica” dell’A.I.F., tenutasi a Modena dal 27 novembre al 2 dicembre 2006 con il titolo *Evoluzione del concetto di campo dall’ottocento ai giorni nostri* (alla quale ella ha partecipato) e della quale ci ha fornito la relazione finale. Ella ha voluto far ripercorrere agli alunni l’esperienza del gruppo che ha scelto per tema *La nascita dell’elettromagnetismo da Oersted a Maxwell*.

Dopo una breve introduzione dell'insegnante, veniva proposta la lettura dei vari brani. La lettura veniva affidata, a turno, alla voce di un alunno. Talvolta l'insegnante interrompeva per fare commenti o per chiarire quanto riportato nel testo.

Altre volte l'insegnante dava agli alunni un certo tempo nel quale essi dovevano leggere una parte di articolo. Al termine della lettura il brano letto veniva commentato: l'insegnante chiedeva agli alunni cosa li avesse più colpiti o quale, secondo loro, fosse il nucleo centrale di quanto letto, o altro. Da queste impressioni ella prendeva talvolta spunto per sottolineare quelle caratteristiche che meglio potessero dare indicazioni sul "clima storico" nel quale i protagonisti operavano. Al termine della lezione l'insegnante riassume brevemente il percorso storico fatto, le caratteristiche dei protagonisti emerse dalla lettura e la situazione dal punto di vista dell'interpretazione dei fenomeni.

Poiché sarebbe stato impossibile leggere tutto il materiale disposto, alcuni brani venivano letti a casa dagli alunni e, all'inizio di ogni lezione l'insegnante faceva il "punto della situazione".

Le lezioni si sono tenute, con cadenza settimanale, dal 19 febbraio 2007 al 16 marzo 2007.

Nell'arco di questo tempo, gli alunni hanno potuto apprendere alcuni concetti dell'elettromagnetismo dalle lezioni curricolari della professoressa.

Il primo personaggio storico analizzato è stato Oersted. Lo storico La Forgia sottolinea come la sua scoperta apparve "accidentale" ad alcuni ricercatori suoi contemporanei e come la sua interpretazione dei fenomeni osservati (legata alla *Naturalphilosophie*) apparisse impraticabile e fantasiosa «a quella parte della fisica francese ancora direttamente coinvolta nel grande progetto laplaciano»². Infatti, dalla lettura della sua *comunicazione all'Accademia Danese delle Scienze* (luglio 1820) si è evidenziato come egli abbia sentito l'esigenza, quasi per dare maggiore autorevolezza al suo scritto, di nominare alcuni personaggi illustri.

In ogni caso la sua convinzione filosofica profonda (sebbene permeata dall'esigenza di un'analisi sperimentale rigorosa) è stata determinante nella scoperta dell'interazione tra correnti e magneti.

La lettura della *comunicazione all'Accademia Danese delle Scienze* di Oersted è stata, per gli alunni, di una certa difficoltà. Leggere "insieme" non sempre facilita la comprensione. Le descrizioni minuziose fatte da uno scienziato per comunicare ad altri scienziati come lui i risultati sperimentali sono di tutt'altro tono rispetto alle descrizioni offerte da un libro destinato alla scuola superiore. Inoltre gli studenti non avevano a disposizione nessun sussidio visivo riguardante quanto stavano leggendo. Potevano solo fare riferimento a quanto visto nella lezione precedente in laboratorio. Ciò che è apparso più evidente è che essi non si rendevano conto del perché l'esperimento di Oersted dovesse turbare così tanto i fisici che, all'epoca, desideravano rimanere aggrappati ad una visione meccanicistica. Proprio per chiarire questo punto, anche con la collaborazione del prof. E. Guadagnini, si è fatta una "sosta" nella lettura e ci si è fermati ad analizzare cosa comporti il fatto che l'ago magnetico si disponga perpendicolarmente al filo percorso da corrente.

Da Oersted siamo passati ad Ampère, personaggio di tutt'altra levatura in quanto a formazione matematica ed in quanto ad autorità (Ispettore delle università francesi e membro dell'Accademia di Parigi). Non appena venne a conoscenza del saggio di Oersted (11 settembre 1820) egli riuscì, in una sola settimana, a formulare una teoria quantitativa completa e a porre le basi della teoria matematica dell'elettromagnetismo. Il suo lavoro, perfezionato e rifinito, fu pubblicato nel saggio *Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodinamiques, uniquement déduite de l'expérience* del 1827³.

Delle sue comunicazioni alla *Académie des Sciences* a partire dal 1820 e del commento che ne fa lo storico La Forgia, abbiamo letto quei brani che meglio illustrano come lo scienziato sia riuscito a

² M. La Forgia, *L'esperienza di Oersted e la sua interpretazione nelle teorie di Faraday e di Ampère*.

³ Cfr. E. Segrè, *Personaggi e scoperte della Fisica classica*, Mondadori, Milano 1996.

conciliare l'ostacolo della distinzione, introdotta da Coulomb, tra fluido elettrico e fluido magnetico (ed il relativo assioma secondo il quale fluidi di specie diverse non potessero interagire) con l'esigenza di un'interpretazione meccanicistica del problema.

La concezione di un magnete come risultante di correnti trasversali all'asse del magnete stesso consentì ad Ampère di interpretare i risultati di Oersted come mutua azione tra due correnti. A partire da questa concezione egli elaborò da un lato l'elegante teoria delle azioni mutue tra correnti (*Mémoire*) e dall'altro si dedicò allo studio dei processi molecolari responsabili del suo sviluppo. Il risultato della teoria di Ampère era, come dice La Forgia⁴, «un capolavoro di consistenza e di chiarezza, ma configurava un'immagine della realtà fisica e degli spazi d'intervento per l'indagine teorica che corrispondevano ai requisiti cui Ampère intendeva uniformare la spiegazione fisica dei processi elettrodinamici. (...) Le conseguenze metodologiche che lo scienziato trasse nell'interpretazione dei fenomeni elettromagnetici lo portarono alla separazione tra "realtà" e "fenomeno": l'impossibilità di osservare direttamente i processi molecolari responsabili delle interazioni elettrodinamiche decretò, per Ampère, l'inevitabilità del ricorso alla matematica nel collegamento tra "realtà ultima" e "osservabili"».

Come scrive Ampère nelle comunicazioni alla *Académie des Sciences* a proposito della teoria sulle mutue azioni tra correnti: «Fui ben presto persuaso che non si potesse dedurre questa legge da esperienze dirette perché essa non può avere un'espressione semplice se non considerando porzioni di correnti di lunghezza infinitamente piccola; ora, non si possono fare esperienze su tali correnti». Nella lettura si è insistito proprio su questo aspetto al fine di confrontarlo poi con quello che sarà l'atteggiamento investigativo di Faraday.

Le lezioni successive sono state incentrate sulla figura di Faraday. Di questo scienziato la professoressa ha voluto evidenziare l'umile origine, la sua formazione da autodidatta non esperto di matematica, la sua grandissima capacità di sperimentatore appassionato. Faraday fu guidato nelle sue ricerche dall'idea che dovesse esistere una unità delle forze operanti in natura e dall'opinione che tutte le scienze fisiche dovessero confluire in una sola dottrina generale. Proprio per questo seppe sempre far valere nozioni di ampio respiro e disposte all'interno di una concezione unitaria delle scienze fisiche nell'interpretazione delle misure e delle esperienze eseguite. Non conoscendo la matematica non tentava di formulare le leggi di natura entro schemi formali e spesso criticava i fisici teorici per la loro tendenza a tradurre i fenomeni in apparati simbolici⁵.

Per meglio inquadrare la situazione storica di pensiero in cui si è svolta la ricerca di Faraday, abbiamo letto anche dei brani dal supplemento alla rivista *Le Scienze*, "I grandi della scienza": *Maxwell* oltre che dall'articolo di Renzetti e dal libro di La Forgia.

Gli alunni hanno potuto apprezzare meglio quali fossero i quesiti di fronte ai quali si trovavano gli scienziati dell'epoca: le nozioni generali di materia, di spazio, di vuoto e di etere; la teoria delle azioni a distanza e la necessaria introduzione dei fluidi imponderabili.

L'insegnante ha messo in evidenza il dibattito che Faraday ebbe con Ampère in seguito alla scoperta della "rotazione elettromagnetica" e alla sua interpretazione in termini di forze "non newtoniane", sottolineando il differente modo di operare di Faraday che intendeva l'esperimento come esplorazione della realtà.

Dell'articolo di Faraday abbiamo letto quei brani che sottolineano l'introduzione del suo concetto rivoluzionario: la realtà delle linee di campo, l'azione per contatto e la concezione della materia come centro di forze.

A questo proposito l'insegnante ha messo in evidenza la lettera che Hare scrisse a Faraday (1839) chiedendogli una spiegazione a proposito degli eventi concretamente realizzabili nello spazio vuoto tra particelle separate e la risposta ai quesiti proposti da Hare contenuta nella lettera a R. Taylor.

⁴ M. La Forgia, *L'esperienza di Oersted e la sua interpretazione nelle teorie di Faraday e di Ampère*.

⁵ Cfr. Bellone, *Michael Faraday*, Storia della scienza moderna e contemporanea, volume secondo, TEA, settembre 2000; cap.XVIII.

Nelle ultime due lezioni l'insegnante ha ripercorso i fatti sperimentali anche con l'ausilio della spiegazione teorica del libro di testo degli alunni, dato che nel frattempo il concetto di campo magnetico era stato introdotto durante le lezioni curricolari.

L'idea di campo, il concetto di azione per contatto, il concetto di vuoto e materia hanno richiamato l'attenzione degli alunni e sono state oggetto di approfondimento da parte dell'insegnante al fine di mostrare ad essi come tali idee siano ancora oggi oggetto di ricerca. Particolare apporto è stato dato a questo argomento dal tirocinante Girlanda.

Osservazioni

Gli alunni che hanno partecipato al corso (una decina di ragazzi della terza Liceo Classico, alunni della stessa professoressa Fiore), erano particolarmente motivati dal punto di vista culturale e scientifico e abituati al ragionamento astratto.

Le finalità del corso (accostarsi alla lettura di una rivista scientifica o di una memoria originale; ampliare l'orizzonte culturale del '900; considerare le problematiche e la contestualizzazione di una ricerca e non solo i risultati) sono state, tutto considerato, raggiunte.

Purtroppo gli alunni hanno avuto ben poco spazio d'intervento. Il loro compito era soprattutto quello di studiare ed apprendere ciò che l'insegnante intendeva comunicare. L'insegnante si è limitata a chiedere loro, talvolta, cosa ritenessero opportuno sottolineare riguardo ai brani che avevano letto da soli e dei quali veniva fatto un breve sunto.

Più volte, il prof. Guadagnini e il tirocinante Girlanda hanno interrotto la lettura proponendo spiegazioni e invitando alla riflessione su alcuni concetti al fine di indagare se ciò che si era letto fosse stato recepito.

Solo al termine del corso gli alunni hanno dovuto esprimere con una frase le loro impressioni.

Gli ultimi dieci minuti dell'ultima lezione sono stati dedicati alla compilazione di un questionario anonimo al fine di valutare l'esito del corso.

A questo punto la sottoscritta avrebbe desiderato porre alcune domande agli alunni ma, come mi è stato fatto cortesemente notare, il tempo era scaduto.

Sono riuscita solo a prendere appunto di qualche commento fatto (per dovere) dagli alunni e che riporto qui sotto.

- Parlare di magnetismo senza averlo studiato è stato difficile; io non immaginavo neppure che i poli magnetici non si potessero separare e questo l'ho capito solo dopo.
- Penso di essere più pratica, il corso è stato troppo astratto, preferisco gli esperimenti.
- Mi è piaciuto inquadrare dal punto di vista storico i personaggi, i rapporti tra loro, tutto ciò che è stato fatto intorno.
- Mi è piaciuto l'argomento.

Commenti

Ho sperimentato più volte che parlare dei protagonisti della Fisica affascina gli alunni. Essi sono interessati a conoscere

- chi erano questi uomini dal punto di vista umano, quali erano le loro aspirazioni, le loro concezioni, i loro valori, cosa li spingesse a intraprendere le loro ricerche;
- il contesto storico e le concezioni filosofiche nel cui ambito hanno maturato le loro idee;
- le difficoltà umane e sociali che hanno dovuto affrontare;
- quali siano, in ultima analisi, le sorgenti cui hanno attinto per interpretare i fenomeni naturali.

Talvolta incuriosire i ragazzi su un personaggio o su un tema particolare, produce risultati veramente inaspettati di ricerca autonoma.

Introdurre i vari argomenti di Fisica accennando al contesto storico ed alle implicazioni filosofiche che una certa interpretazione degli eventi naturali comporta è tanto più necessario quanto più rivoluzionari sono i concetti di cui si parla.

Ho ritenuto pertanto interessante il percorso di storia della Fisica proposto dalla professoressa Fiore. Tuttavia ho trovato ormai superato il modo in cui è stato condotto il corso.

Il fatto che gli alunni fossero per lo più a digiuno di nozioni sull'elettromagnetismo, non mi sembra abbia dato buoni frutti:

- non erano in grado di leggere la novità degli esperimenti e neppure erano coscienti di cosa si intendesse per “concezione newtoniana”;
- avevano difficoltà nel comprendere ciò che leggevano.

Credo che una breve introduzione teorica agli esperimenti avrebbe contribuito ad alleviare entrambe le difficoltà.

Non ho condiviso la scelta di “lettura comunitaria” del materiale dato. Avrei desiderato che l'insegnante avesse proposto una “cornice storica” e una descrizione degli eventi cui affiancare una selezione di brani significativi estratti da memorie o articoli scientifici illustrati dall'insegnante stessa e proposti agli alunni come eventuale lettura. Il tutto col sussidio dei mezzi multimediali così che fosse comprensibile anche visivamente rendersi conto di ciò che era stato descritto negli articoli.

Soprattutto avrei desiderato un maggiore coinvolgimento degli alunni. Chi segue deve potersi immedesimare al punto da chiedersi “io che avrei fatto?”. Non deve essere uno spettatore, ma un protagonista. Perciò è importante interessarsi a ciò che pensano gli alunni. Bisogna dar voce alla loro capacità di meravigliarsi davanti a fatti che per noi sono diventati routine.

Credo che Faraday anche oggi avrebbe molto da insegnarci sul come far appassionare i giovani alla scienza. Appena nominato direttore del laboratorio della *Royal Institution*, nel 1825, istituì una serie regolare di “Conversazioni del venerdì sera” (che prosegue ancor oggi) e nel 1826 una serie di conferenze popolari, a Natale, dedicate ai giovinetti. La sua abilità di conferenziere era tale che, quando parlava lui, l'uditorio era sempre pieno.

La possibilità di suscitare interesse sia culturale che di ricerca nei giovani è legata spesso alla capacità di entusiasmare, di far appassionare, di incuriosire dell'oratore. È questo, a mio parere, l'obiettivo centrale in funzione del quale vanno organizzati appuntamenti culturali come questo, magari a scapito della lettura di un articolo.

Appendice: letture proposte

1. Sono state proposte le seguenti memorie tratte da varie antologie:
 - H. C. Oersted: *Il conflitto elettrico e lo spostamento dell'ago magnetico*, traduzione dell'articolo originale scritto in latino (*Esperimenta circa effectum conflictus electrici in actum, 1820*) con il quale l'autore comunicava all'Accademia danese delle scienze, i suoi risultati sperimentali.
 - A.-M. Ampère: *le attrazioni e le repulsioni delle correnti e la teoria elettrica del magnetismo*, brani tratti dalle comunicazioni di Ampère alla *Accadémie des Sciences* a partire dal settembre 1820.
 - M. Faraday: *la realtà fisica delle linee di forza elettriche e magnetiche*, da: *Linee fisiche di forza magnetica*, articolo pubblicato in «Proceedings of the Royal Institution».
 - M. La Forgia: *L'esperienza di Oersted e la sua interpretazione nelle teorie di Faraday e di Ampère*
2. Dalla rivista dell'A.I.F. *La Fisica nella Scuola*, XXXIII, 4, 2000: Roberto Renzetti *La nascita e la prima affermazione della teoria di campo*.
3. Dal supplemento alla rivista *Le Scienze*, "I grandi della scienza" *Maxwell*, abbiamo letto dalla pag.42 alla pag. 51.