

Un Ruolo per la Storia nella Didattica della Fisica

Corrado Agnes

Scuola di Dottorato del Politecnico di Torino

Prologo

Molte delle considerazioni seguenti nascono in occasione di un convegno sull'uso della storia nella didattica della fisica¹, esono state stimulate dalla rilettura del famoso libro sulla struttura delle rivoluzioni scientifiche [Kuhn 1996], appunto per le conseguenze che se ne possono trarre per la didattica della fisica. Ma acquistano interesse ed attualità in occasione della campagna di diffamazione del Corso di Fisica di Karlsruhe (KPK) orchestrata dalla Società Tedesca di Fisica (DPG)², e diventano occasione di entrare nel merito del rapporto tra la libertà di insegnamento e di ricerca didattica e la funzione di controllo che la comunità richiede che venga esercitata. L'autorità in questo campo è ragionevolmente legittimata dalla conoscenza, siamo in presenza di ciò che nella filosofia politica si chiama "epistemocrazia". Ma a ben vedere la maggiore conoscenza è fondante solo per decidere il ruolo dei partecipanti al processo di trasmissione del sapere: chi insegna e chi impara. È vero che l'insegnante ha l'autorità (speriamo anche l'autorevolezza) di decidere che cosa è giusto o sbagliato. Ma anche il dovere di continuare la correzione dell'errore fino a quando non venga accettata dallo studente: questo consenso è l'unica legittimazione del rapporto di autorità. Come nel caso della contrapposizione tra aristocrazia, che si autolegittima attraverso la cooptazione, e democrazia, legittimata invece dalle leggi e dal consenso, anche nel campo dell'insegnamento preferisco che la fonte di legittimazione dell'autorità sia trasparente e sottoposta a regole, un rapporto democratico tra docenti e discenti. Allo stesso modo viene legittimato il controllo disciplinare che le associazioni di insegnanti e ricercatori hanno il dovere di esercitare, ognuno naturalmente rispettando quelle regole condivise che stabiliscono il comportamento politicamente corretto.

Pertanto non mi occuperò della trasgressione di queste ultime da parte della DPG [Herrmann 2013] e neppure degli errori disciplinari commessi dalla commissione della DPG incaricata di valutare il KPK [Herrmann , Agnes 2013], in quest'ultimo caso per il buon motivo che, essendo quanto scrivo rivolto principalmente ad insegnanti di fisica, essi sono per definizione in grado di valutare da sé la correttezza disciplinare degli argomenti contestati.

Costruzione di una Teoria della Fisica Didattica

Kuhn, pochi mesi prima di morire, aggiunse alla terza edizione del suo libro una introduzione dal titolo significativo di: *"A Role for History. History, if viewed as a repository for more than anecdote or chronology, could produce a decisive transformation in the image of science by which we are now possessed. That image has previously been drawn, even by scientists themselves, mainly from the study of finished scientific achievements as these are recorded in the classics and, more recently, in the textbooks from which each scientific generation learns to practice its trade. Inevitably, however, the aim of such books is persuasive and pedagogic; a concept of science drawn from them is no more likely to fit the enterprise that produced them than an image of a national culture drawn from a tourist brochure or a language text."*

La necessità di riconsiderare la relazione tra la scienza fisica e il suo insegnamento deriva direttamente dall'analisi della evoluzione della scienza fisica. La conclusione è che la scienza non può più essere considerata il progressive accumulo di conoscenze messo insieme secondo il metodo scientifico. Poiché la scienza alterna periodi di "scienza normale" a discontinuità chiamate "rivoluzioni scientifiche" e caratterizzate dal cambiamento di "paradigma". Questo risultato ha una

¹ Workshop Didattico di Karlsruhe 2011: La Storia nella Didattica della Fisica: molto di più che solo Storie.

² http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/kpk/Fragen_Kritik/DPG.html

sorprendente conseguenza per la didattica, che il Libro della Scienza Fisica non può essere coerente ed unitario a causa della coesistenza nel tempo di molti paradigmi differenti. Questo “paradigm shift” rivoluzionario diventa fonte di contraddizione nella didattica scolare. Da giustificare nei modi più diversi: fisica classica e fisica moderna, dualismo onde e particelle, per non parlare della storia tragicomica della termodinamica³, e così via ...

Dal momento che l’insegnamento ha bisogno di coerenza ed unitarietà ecco la necessità della ricerca didattica, che ha il compito di tradurre e preparare per l’insegnamento i risultati della ricerca “interfaciando” i differenti paradigmi. In modo da restaurare la continuità e la coerenza necessarie per un insegnamento efficace. E perché no, risparmiare agli studenti alcune delle tortuosità del cammino che ha effettivamente portato alla conoscenza scientifica.

Lasciatemi chiamare questo lavoro la scrittura del Libro della Fisica Didattica. Quello che abbiamo imparato da Kuhn è che i fisici sono strutturalmente inadatti a scriverlo. Questo devono fare gli insegnanti ed i ricercatori, questo è l’aspetto costruttivo della ricerca didattica.

Lo stato di inefficienza della Didattica della Fisica può essere considerato una prova indiretta della giustezza dell’analisi che Kuhn fa dell’evoluzione della scienza. Che tradizionalmente è attribuita alla “inerzia didattica”, per cui si insegna come si è imparato tutto quello al di fuori del campo in cui si è stati attivi come ricercatori. È facile riconoscere in ciò l’emergere di un nuovo paradigma dopo la crisi. E la riscrittura solo degli ultimi risultati, lasciando intatto tutto il resto. Secondo Kuhn in questo modo si ottiene con il minimo sforzo “l’invisibilità” della avvenuta rivoluzione.

Simile a quello dell’insegnamento è lo stato in generale miserevole della divulgazione scientifica. Sembra che i ricercatori non abbiano alcuna fiducia nei mezzi della didattica, e considerino inutile il lavoro di tradurre e preparare i risultati della ricerca non solo per l’insegnamento ma anche per il discorso pubblico: quindi per la divulgazione della scienza (e per la raccolta di fondi) preferiscono ricorrere a parole retoriche e persuasive piuttosto che pedagogiche. Ancora una volta il Libro della Fisica è già stato scritto, sfortunatamente nel difficile linguaggio matematico leggibile solo dagli scienziati, e la didattica ha solo bisogno dei manuali per il catechismo e naturalmente del libro degli esercizi.

Kuhn si occupa anche del concetto di “Scienza Normale”, cioè dell’evoluzione della scienza fuori dei periodi rivoluzionari, ed ha coniato l’idea di “scienza normale come soluzione di puzzle”. Come la soluzione di un puzzle non porta nulla di nuovo, ma certifica solamente la bravura del solutore, la scienza normale si occupa di problemi in cui l’abilità del ricercatore è più importante dei risultati della ricerca.

Passando alla didattica della fisica, questa è una ulteriore analogia e l’indicazione di un rischio da evitare: insegnare fisica come problem solving; risolvere gli esercizi dovrebbe essere uno strumento primario di istruzione, non un fine in se stesso.

Ma in assenza del Libro della Fisica Didattica compare il miraggio di sostituire il fine con i mezzi, l’insegnare delle idee con il risultato dell’insegnamento, uno dei quali è la capacità di risolvere gli esercizi. Standards and Competence Assessment, Professional Qualification ..., hanno tutti in comune il condivisibile scopo di misurare e migliorare il processo dell’educazione, ma la contemporanea enfasi burocratica sulle liste di ciò che lo studente deve sapere e saper fare, riduce la conoscenza acquisita a quella ottenuta dalla soluzione di un puzzle. Per non parlare dei risultati ridicoli che si ottengono, dal punto di vista disciplinare, quando i burocrati sono al comando: dalla lista di argomenti per l’esame finale delle scuole superiori di New York manca la termodinamica! Qualcuno dovrebbe dir loro che il 90% dei fenomeni fisici della vita di ogni giorno non possono essere compresi senza la termodinamica!

³ Titolo di un famoso libro di C. Truesdell

Inoltre se riduciamo l'insegnamento al problem solving e lo misuriamo contando gli esercizi risolti, il circolo vizioso è completo! Perché quello che misuriamo è l'aderenza ad un paradigma, che può essere sorpassato. Se insegniamo le forze come le ha capite Newton, non è sorprendente che il Force Concept Inventory [Hestenes, Wells, Schwarzkamer 2005] l'inventario sulla ricezione del concetto di forza dia risultati così deludenti!

La didattica della fisica nasce come disciplina autonoma verso la fine degli anni 50, non a caso la prima edizione del libro di Kuhn è del 1963, ed in qualche modo decreta l'inizio della separazione tra la ricerca avanzata, oramai suddivisa in specializzazioni debolmente comunicanti e bisognose di una trasmissione altrettanto specializzata, e le nuove esigenze di sistemazione della disciplina per l'insegnamento nella nascente scuola di massa. Questa separazione non è ancora veramente finita: la didattica della fisica deve smettere di rimanere agganciata ad una supposta verità scientifica, ma diventare una disciplina controllata scientificamente: sistemazione teorica, implementazione pratica, e controllo dei risultati. In questa direzione le possibilità di miglioramento sono molto ampie, anche perché le difficoltà maggiori nascono dal peso di doversi tirare dietro tutta l'evoluzione della fisica con le sue contraddizioni, che Kuhn ha ampiamente dimostrato.

Costruzione di una Critica della Fisica Didattica

Il compito assegnato alla storia della fisica va oltre la ricostruzione filologica del passato. La formulazione didattica della disciplina fisica viene fatta sotto il controllo della Storia, secondo il solito gioco combinato di studiare il passato per meglio capire il presente, ed usare le attuali conoscenze per meglio capire il passato. Questo si traduce nella didattica della fisica come recuperare ciò che di utile compare nei vecchi paradigmi, ed usare le nuove conoscenze per migliorare i vecchi modi di insegnare. Il premio per aver abbandonato l'idea dell'accumulo progressive delle conoscenze è la nascita di un nuovo campo di studio, lasciatemelo chiamare "critica didattica", il risultato di essersi liberati dai vincoli di paradigmi sia obsolete che recenti. Che è il secondo compito della ricerca didattica, quello distruttivo dell'insegnamento inefficace. L'esempio che ho in mente per spiegare in modo più preciso cosa intendo per critica didattica sono una serie di articoli, dei quali ho tradotto una parte con il titolo Concetti Inadatti per l'Insegnamento della Fisica, frase impronunciabile ma che generalizza l'intraducibile originale "Altlasten der Physik" [Herrmann, Job 2007], composto dalle parole vecchio, carico – soma e fisica, una serie di brevi articoli, dell'ordine di grandezza di una pagina, su specifiche questioni disciplinari da migliorare nell'insegnamento. Viene fuori sia il lato costruttivo che quello distruttivo della critica didattica. Il tema dell'articolo è sempre qualche nozione non appropriata e talvolta sbagliata, e la sua diffusione è confermata da citazioni da libri di testo molto diffuse. La critica consiste nel mostrarne le manchevolezze, sia disciplinari che pedagogiche. L'articolo si conclude con consigli per la sua eliminazione dalla pratica didattica.

Ma quello che voglio portare ad esempio del ruolo della storia nella didattica della fisica è la sezione di questi articoli che si occupa dell'origine di tali pratiche didattiche. Citando ancora Kuhn essa avviene sotto l'occhio vigile della storia. Infatti il contributo degli storici delle idee è fondamentale per capire l'origine di molti equivoci nati tra le pieghe dei cambiamenti di paradigma, e talvolta permette di, se non "raddrizzare" il corso del pensiero, di evitare le vie tortuose che hanno segnato, per esempio, la ricerca della "vera misura della forza" e della "vera misura del calore". Una vera riforma della didattica della fisica non potrà fare a meno dell'apporto degli storici della fisica all'interno della costruzione della fisica didattica, non come accade attualmente come sinergia parallela ma separata. Che tale sia stata finora la presenza degli storici non stupisce, poiché buona parte della storia presente nei testi sono appunto cronologia e aneddoti, a parte l'indice degli argomenti distinti per secoli: meccanica, termodinamica, elettricità e magnetismo, fisica moderna...

D'altra parte non c'è traccia di cronologia o aneddoti nei testi che seguono l'approccio del KPK, una circostanza che l'ha fatto accusare di essere a-storico o addirittura antistorico, mentre in realtà è tutto il contrario.

Ciò che è molto interessante è che formulazioni didattiche inadeguate possono essere anche recenti, e sicuramente continueranno nel futuro, se l'analisi di Kuhn è corretta e la relazione tra didattica e ricerca non cambierà.

Intanto la rubrica della rivista unica di didattica della fisica tedesca, che li ospitava regolarmente da parecchi anni, è stata chiusa, ma per fortuna internet sembra un moderno rimedio efficace contro la censura, ed essi continuano ad essere pubblicati sul sito del KPK. Spero che l'editore abbia fatto questa scelta per inseguire il gusto prevalente per una didattica interessante e divertente e non in seguito alla pubblicazione delle accuse della DPG.

Kuhn ha inoltre chiarito come l'evoluzione della fisica sia contraddistinta da una successione di "ortodossie", sicché non solo il paradigma superato, ma ogni critica viene recepita come errore da quelli appartenenti al paradigma vincente.

Dal momento che il discorso di giusto e sbagliato in didattica è "giustamente" centrale, voglio riportare un'opinione interessante in tema di errori.

"Inteso come un invito alla tolleranza per un errore occasionale, il detto "errare humanum est", può essere completamente reinterpretato intendendo che quella di compiere errori è una facoltà esclusiva degli umani. In altre parole, il significato del detto non è "errare è soltanto umano" ma "solo gli umani errano"⁴. E mi serve per dimostrare la superiorità dell'insegnamento democratico sulla epistemocrazia autoritaria: pensato in origine in difesa del meccanismo di autoregolazione del sistema democratico, sembra anche perfetto per l'insegnamento, dove il detto diventa il proverbiale "sbagliando s'impara". Viene riconosciuto il lato positivo e costruttivo dell'errore, poiché vincere le resistenze e superare gli ostacoli è fondamentale soprattutto nel campo dell'apprendimento: non si capisce una legge fisica se non si prova a negarla e metterla alla prova con controesempi.

Epilogo

Kuhn ha anche chiarito l'abitudine di usare la storia come un modo di coprire i conflitti nati da cambio di paradigma con l'elogio agiografico dei "Maestri del Passato", ma sostanzialmente ignorando e talvolta rovesciando il loro pensiero. Cosicché una critica ragionata di un modo obsoleto di insegnare viene recepita anche come lesa maestà.

Chi sei tu per criticare Huygens? Non lo scienziato, naturalmente, ma l'uso non più appropriato del famoso principio nella pratica didattica [CIIF 60]. Esattamente lo sdegnoso commento di uno dei redattori della perizia della DPG, il quale mi accusava di aver paragonato la "gloriosa fisica tedesca" ai residuati industriali della Repubblica Democratica Tedesca, gli Altlasten appunto, poiché spiegavo che l'origine dell'uso di questo termine coincide con quel periodo storico⁵. In realtà il fatto stesso di criticare tradizioni consolidate di insegnamento e l'abbandono del linguaggio formale solito della fisica hanno l'effetto di un drappo rosso per coloro troppo legati alla tradizione, come è stato giustamente osservato⁶, e immettono nella controversia tra il KPK e la DPG elementi estranei alla sostanza del dibattito, che dovrebbe restare legato al binomio utile/inutile [Agnes 2013]. Ora tutti i pezzi del mosaico vanno al loro posto, e anche la domanda che mi segue non risposta da molti anni: come mai un metodo di insegnare la fisica tutto sommato così ragionevole abbia una diffusione ancora così limitata tra gli insegnanti, e soprattutto come mai la reazione al KPK sia così nettamente divisa tra chi trova in questo metodo risposte a bisogni didattici lungamente repressi, e chi invece vi trova distorsioni proprie di una setta di fanatici. Forse una suggestiva ipotesi⁷,

⁴ A.O.Hirschman, *Shifting Involments: Private Interests and Public Action* Princeton university Press 1982 Traduzione Il Mulino Bologna 1983. Citato da Nadia Urbinati *Liberi e Uguali* Feltrinelli 2013

⁵ Rudolph Lehn Physik Journal April 2013

⁶ Ralph von Baltz KIT Karlsruhe

⁷ Giorgio Pastore Dipartimento di Fisica Teorica Università di Trieste

proveniente dal vicino ambito della biologia, può essere di aiuto a capire questa polarizzazione degli insegnanti e non rimandare la questione all'ambito lontano della psicologia.

Se consideriamo le conoscenze fisiche tutt'uno con il linguaggio usato per insegnare come una specie di "organismo insegnante", il quale una volta cresciuto e formatosi è per legge di natura impegnato a conservare se medesimo, non è difficile immaginare che esso possa produrre degli anticorpi contro ogni cambiamento, tanto più efficaci quanto più i cambiamenti sono radicali.

Come conclusione voglio invitare chi legge ad approfondire quella che a prima vista può sembrare una disputa accademica, poiché è evidente il pericolo costituito dall'attacco alle libertà di insegnamento e di ricerca didattica da parte di organismi di una autorevole società professionale. Voglio sottolineare che, al di là del dissenso disciplinare, i metodi utilizzati dalla DPG, ad un tempo subdoli e intimidatori, sono di per sé motivo di grave preoccupazione per il futuro della libertà di insegnamento e di ricerca didattica. Materiali a sostegno degli enunciati contenuti nell'appello si possono trovare sul sito in italiano del KPK:

http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/publication/pub_fremdsprachen/italienisch.html

Bibliografia

- Kuhn T. S. The Structure of Scientific Revolution Princeton University Press 1996
Herrmann F. La Società Tedesca di Fisica e il KPK; Atti Convegno AIF Mondovì (2013)
Herrmann F. Agnes C. Teoria e Realtà; Atti Convegno AIF Mondovì (2013)
Hestenes D, Wells M,
Swackhamer G Force concept inventory. The Physics Teacher 30: 141-166. 1992
Herrmann F. Job G. Concetti Inadatti per l'Insegnamento della Fisica Traduzione Agnes (2007)
CIIF 60 Il Principio di Huygens
Agnes C. Le Parole della Fisica Atti Convegno AIF Mondovì 2013

Appello

Durante la serata dedicata dall'Associazione degli Insegnanti di Fisica (AIF) alla discussione sulle accuse della DPG al KPK, i partecipanti sotto elencati hanno sottoscritto l'appello che segue.

*Al Direttivo ed ai Membri della Società Tedesca di Fisica
(DPG Deutsche Physikalische Gesellschaft)*

*per conoscenza Al Direttivo ed ai Membri della Associazione Tedesca per il Miglioramento delle
Lezioni di di Matematica e Scienze Naturali
(Deutscher Verein zur Förderung des Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Unterricht)*

Gli insegnanti che firmano questa lettera esprimono la loro solidarietà agli insegnanti che si ispirano alle idee della Scuola di Didattica della Fisica di Karlsruhe, ingiustamente accusati di esercitare la loro professione in modo scorretto dalla commissione incaricata dalla DPG di valutare il Corso di Fisica di Karlsruhe.

Gli insegnanti che firmano questa lettera chiedono ai colleghi tedeschi di denunciare pubblicamente questo scandalo, e permettere agli insegnanti che si ispirano alle idee della Scuola di Didattica della Fisica di Karlsruhe di esporre gli errori contenuti nella valutazione, e riaffermare le loro legittime opinioni su come insegnare la fisica.

Gli insegnanti che firmano questa lettera esprimono la loro indignazione per la violazione della libertà di opinione nell'insegnamento, commessa dalla commissione della DPG incaricata di valutare il KPK. Le accuse infondate di contenere errori, e gli argomenti pretestuosi usati per dimostrarlo, hanno causato gravi danni agli autori e agli utenti del KPK. Ma il danno più grave è

stato arrecato alle regole condivise di una discussione scientifica, all'insegnamento delle scienze ed in generale alla cultura scientifica.

In nome di questi valori, gli insegnanti che firmano questa lettera chiedono che la DPG ritiri la valutazione della sua commissione, anche sulla base delle molte prese di posizione critiche da parte di suoi membri.

Mondovì, 24 ottobre 2013

Agnes, Corrado Enrico SCUDO Politecnico di Torino
Merletti, Angelo Liceo scientifico M. Curie, Pinerolo
Bertolo, Giovanni I. T. A. G. Dalmasso, Pianezza
Urigu, Riccardo Liceo scientifico Copernico, Torino
Bocci, Franco Liceo scientifico Copernico, Torino
Montaldi, Laura Liceo scientifico Copernico, Torino
Marcolini, Lorenzo ISIS Arturo Malignani, Udine
Bonora, Pietro Liceo Scientifico Sabin, Bologna
Dodero, Giovanni Istituto Uceti, Rapallo
Cinquini, Vittoria USR Lombardia
Gandolfi, Antonio Presidente AIF
Serafini, Rita Vicepresidente AIF
Sgrignoli, Silvano Direttivo AIF
Luigi Oliva Liceo Classico C. Colombo (GENOVA)
Leonard, Philippe Université Libre de Bruxelles
Pastore, Giorgio Università di Trieste
D'Anna, Michele Liceo Cantonale di Locarno
Marino, Tommaso Liceo Scientifico Curie Grugliasco
Govoni, Riccardo MASTeR Mantova (ex-presidente AIF)
Rafanelli, Mirella Ruffano, Lecce
Viva, Salvatore Ruffano, Lecce
Sciarratta, Isidoro Pordenone
Violino, Paolo Università di Torino
Ghigo, Gemma Liceo Peano Cuneo
Häusermann, Giorgio Alta Scuola Pedagogica, Locarno, Svizzera