



## Schema di una lezione introduttiva non convenzionale per un corso di fisica

Luigi Brasini  
Cesena

### **Pasticcio:**

1. Pietanza cotta al forno, generalmente di più ingredienti e per lo più rivestita di una crosta di pasta.
2. Simbolo di disordine o confusione nell'esecuzione di un lavoro o esposizione di una serie di idee.
3. Nel Settecento, opera teatrale raffazzonata (spesso dall'impresario o dal capo comico) con pezzi di autori o composizioni differenti.

G. Devoto, G. C. Oli, *Dizionario della lingua italiana*,  
Le Monnier 1971

Su *La Stampa* del 24 agosto 2017 è apparso un articolo dal titolo *L'obbligo di affascinare gli studenti*, di Andrea Gavosto, Direttore della Fondazione Agnelli.

Tema dell'articolo, l'innalzamento dell'obbligo scolastico a 18 anni.

Frase finale dell'articolo «Ma per arrivare a questo, occorre che i docenti riescano a cambiare il modo di insegnare, appassionando, orientando e coinvolgendo tutti gli studenti, anche quelli più difficili.»

### *affascinare*

Poiché, in definitiva, il problema della loro trasmissione consiste, innanzitutto, nel convincere chi avete di fronte che quello che state insegnando è interessante e appassionante.

Questo è il nocciolo centrale di ogni pedagogia. Si devono persuadere coloro ai quali si parla di avere ottime ragioni per imparare, ad esempio, la matematica. Che sia interessante apprenderla – accanto ad altri saperi – non per ragioni di ascesa sociale, ma semplicemente per ciò che è, e perché dà da pensare.

E questo indipendentemente da chi sia colui al quale ci si rivolge, e senza considerare che solo alcuni possono essere in grado di capire e altri no.

Alain Badiou, *Elogio delle matematiche*, Mimesis, 2017, p. 15.

l'insegnante come "allenatore" (olimpiadi: si deve vincere) o come "narratore" (il problema solo per capire)?

Se volete essere di moda, l'insegnante come *coach* o come *storyteller*.

Attenti, i bravi (e cattivi) insegnanti ci sono sempre stati. Il problema fondamentale, e a quanto sembra, irrisolvibile, è creare un onesto artigiano che, almeno, sappia insegnare la sua materia, che non annoi e che non racconti panzane.

Illuminante è il brano seguente.

Questo mio modo di vedere fu rafforzato dall'eccellente educazione che ricevetti per molti anni nel ginnasio Maximilian di Monaco dal mio professore di matematica, Herman Müller, un uomo di mezza età con una mente acuta e un gran senso dell'umorismo, un maestro nell'arte di presentare in maniera evidente ai propri allievi il significato delle leggi della fisica.

La mia mente assorbì avidamente, come una rivelazione, la prima legge che conobbi possedere una validità assoluta, universale, indipendente da tutte le influenze umane: il principio di conservazione dell'energia. Non dimenticherò mai la vivida descrizione che Müller ci fece, in uno dei suoi migliori "racconti", del muratore che solleva con grande sforzo un blocco di pietra fin sul tetto di una casa. Ma il lavoro così fatto non va perduto; rimane immagazzinato, forse per molti anni, mai diminuito, latente nel blocco di pietra, finché un giorno può capitare che il blocco si stacchi e cada magari sulla testa di un passante.

[...]

Devo però confessare che le lezioni di questi uomini non mi giovarono molto. Era chiaro che Helmholtz non preparava le sue lezioni. Procedeva faticosamente e interrompeva il discorso per cercare, i dati che gli mancavano, in un piccolo taccuino; inoltre sbagliava continuamente i calcoli alla lavagna, avevamo tutti la netta impressione che fosse stufo di noi, almeno quanto noi di lui ...

Kirchhoff era proprio l'opposto. Teneva sempre lezioni accuratamente preparate, ogni frase era ben costruita e collocata nel giusto posto. Non una parola di meno, né una di troppo. Ma pareva che recitasse a memoria, secco e monotono. Ammiravamo lui, non quello che diceva.

Max Planck (1858-1947), *Autobiografia scientifica*, Castelvechi 2017, p. 19.

Mi piace riportare un'altra voce, di un autore impegnato in un campo completamente diverso, ma che in un certo senso rinforza i concetti espressi da Planck. Non tutti gli insegnanti sono dei Müller, anzi ...

In una lettera del 1928 leggiamo:

**SONO SARDO  
SONO GOBBO  
SONO PURE  
COMUNISTA  
DOPO UNA LUNGA  
AGONIA  
IN CARCERE  
SPIRERÒ  
NINO MI CHIAMO.**



Luca Paulesu, *Nino mi chiamo, Fantabiografia del piccolo Antonio Gramsci*, Feltrinelli.

Io avevo spiccatissime tendenze per le scienze esatte e per la matematica da ragazzo. Le ho perse durante gli studi ginnasiali, perché non ho avuto insegnanti che valessero poco più di un fico secco. Così dopo il 1° anno di liceo, non ho più studiato matematica, ma ho invece scelto il greco (allora c'era l'opzione); però in 3° liceo ho dimostrato improvvisamente di aver conservato una "capacità" notevole. Succedeva allora che in 3° anno di liceo bisognava, per studiare fisica, conoscere gli elementi di matematica, che gli alunni che avevano optato per il greco, non avevano l'obbligo di sapere. Il professore di fisica, che era molto distinto, si divertiva un mondo a metterci in imbarazzo. Nell'ultimo interrogatorio del 3° trimestre, mi propose delle questioni di fisica legate alla matematica, dicendomi che dalla esposizione che ne avrei fatto sarebbe dipesa la media annuale e quindi il passaggio di licenza con o senza esame: si divertiva molto a vedermi alla lavagna, dove mi lasciai tutto il tempo che volli. Ebbene rimasi mezz'ora alla lavagna, mi imbiancai di gesso dai capelli alle scarpe, tentai, ritentai, scrissi, cancellai, ma finalmente "inventai" una dimostrazione che fu accolta dal professore come ottima, quantunque non esistesse in nessun trattato. Questo professore conosceva mio fratello maggiore, a Cagliari, e mi tormentò con le sue risate per tutto il tempo della scuola: mi chiamava il fisico grecizzante.

Angelo D'Orsi, *Gramsci. Una nuova biografia*, Feltrinelli 2017, p. 45.

Planck, tedesco, nato in una famiglia alto borghese, conservatore illuminato, mai fatto la fame, grande fisico.

Antonio Gramsci (1891-1937), sardo, di famiglia piccolissima borghese, con una giovinezza piena di stenti, rivoluzionario di professione.

Attraverso le loro figure si può studiare la storia d'Europa della prima metà del Novecento.

Ma andiamo avanti, anzi ... torniamo indietro.

#### ASTRONOMICUS NUNCIUS

[Nella prima edizione (Venezia, presso Tommaso Baglioni, 1610) curata da Galileo, sulla copertina si legge *Sidereus Nuncius* e, nell'interno *Astronomicus Nuncius*.]

OBSERVATIONES RECENS HABITAS NOVI PERSPICILLI BENEFICIO IN LUNAE FACIE, LACTEO CIRCULO STELLISQUE NEBULOSIS, INNUMERI FIXIS, NECNON IN QUATUOR PLANETIS MEDICEA SIDEREA NUNCUPATIS, NUNQUAM CONSPECTIS ADHUNC, CONTINENS ATQUE DECLARANS

D'ora in avanti riporterò solo la traduzione italiana.

#### AVVISO ASTRONOMICICO

CHE CONTIENE E SPIEGA OSSERVAZIONI DI RECENTE CONDOTTE CON L'AIUTO DI UN NUOVO OCCHIALE SULLA FACCIA DELLA LUNA, SULLA VIA LATTEA E LE NEBULOSE, SU INNUMEREVOLI STELLE FISSE E SU QUATTRO PIANETI DETTI ASTRI MEDICEI NON MAI FINORA VEDUTI

Grandi cose per verità in questo breve trattato propongo all'osservazione e alla contemplazione di quanti studiano la natura. Grandi dico, e per eccellenza della materia stessa e per la novità mai udita nei secoli, e infine per lo strumento mediante il quale queste cose stesse si sono palesate al nostro senso.

Grande cosa è certamente alla immensa moltitudine delle stelle fisse che sino ad oggi si potevano scorgere con la facoltà naturale, aggiungerne e fare manifeste all'occhio umano altre innumeri, prima non mai vedute e che il numero delle antiche e note superano più di dieci volte.

Bellissima cosa e mirabilmente piacevole, vedere il corpo della Luna, lontano da noi quasi sessanta raggi terrestri, così da vicino come se distasse solo due di queste dimensioni; così che si mostrano il diametro stesso della Luna quasi trenta volte, la sua superficie quasi novecento, il volume quasi ventisettemila volte maggiori che quando si guardano ad occhio nudo: e quindi con la certezza della sensata esperienza chiunque può comprendere che la Luna non è ricoperta da una superficie liscia e levigata, ma scabra e ineguale e, proprio come la faccia della Terra piena di grandi sporgenze, profonde cavità e anfratti.

Inoltre non mi pare si debba stimar cosa da poco l'aver rimosso le controversie intorno alla Galassia, o Via Lattea, e aver manifestato al senso oltre che all'intelletto l'essenza sua; e inoltre il mostrare a dito la sostanza degli astri fino a oggi chiamati dagli astronomi nebulose è di gran lunga diversa da quel che è fin qui creduto, sarà cosa grata e assai bella.

Ma quello che di gran lunga supera ogni meraviglia, e principalmente ci spinse a renderne avvertiti tutti gli astronomi e filosofi, è l'aver scoperto quattro astri erranti, da nessuno prima di noi, conosciuti né osservati, che a somiglianza di Venere e Mercurio intorno al Sole, hanno le loro rivoluzioni attorno ad un certo astro cospicuo tra i conosciuti, ed ora lo precedono ora lo seguono, non mai allontanandosene oltre certi limiti. E tutte queste cose furono scoperte ed osservate pochi giorni or sono con l'aiuto d'un occhiale che io inventai dopo aver ricevuto l'illuminazione della grazia divina.

[...]

Galileo Galilei, *Sidereus Nuncius*, a cura di Ferdinando Flora, traduzione con testo a fronte di Luisa Lanzillotta, Classici Ricciardi 1953, riprodotto da Einaudi 1976.

Ma la scienza non è solo racconto ...

**Introduzione** La dimostrazione (o meglio le dimostrazioni) di un teorema al centro di un dialogo quasi “platonico”, alla scoperta della verità o, almeno, allo smascheramento dell’errore: è quel che propone Imre Lakatos in questa “ricostruzione razionale” dei tentativi intrapresi per dimostrare una celebre congettura matematica, il teorema di Euler. Obiettivo polemico è il modo tradizionale di insegnare (e forse di fare) matematica; lo sfondo, invece, la capacità di rimettere continuamente in questione quelle che sembrano le tesi più ovvie, le conoscenze più consolidate, le acquisizioni più certe e definitive. Ma se, rivolto alla matematica (e più in generale alla scienza), quello di Lakatos in *questo volume* è un tentativo volto a comprendere quei problemi, quei procedimenti per tentativi ed errori, quelle tattiche e strategie di ricerca che fanno della pratica scientifica un’impresa affascinante come ogni impresa creativa, dalla ricerca artistica al confronto ideologico, per lo studioso di filosofia della scienza “professionista” la “sfida” lakatosiana alle “epistemologie autoritarie e dogmatiche” è un’occasione per riprendere criticamente i presupposti della sua stessa disciplina e per valutarli razionalmente alla luce degli interessi e dei valori di base che vengono usualmente assunti. Così l’*excursus* proposto nel libro è un invito a ripensare l’impresa scientifica come “impresa critica” e la riflessione sulla scienza come momento di libertà intellettuale.

[ ... ]

Giulio Giorello

**Un problema e una congettura** Il dialogo si svolge in una immaginaria aula scolastica. La classe si sta interessando ad un PROBLEMA: esiste una relazione tra il numero dei vertici  $V$ , il numero degli spigoli  $S$  e il numero delle facce  $F$  di un poliedro – in particolare di un *poliedro regolare* – analoga alla relazione banale che intercorre tra il numero dei vertici  $V$  e i lati  $S$  di un poligono, cioè che vi sono tanti lati quanti vertici:  $V = S$ ? Quest’ultima relazione ci permette di classificare i *poligoni* secondo il numero dei lati (o dei vertici): triangoli, quadrangoli, pentagoni, ecc. Una relazione analoga ci permetterebbe di classificare i *poliedri*.

Dopo molti tentativi ed errori i nostri studenti osservano che per tutti i poliedri regolari vale  $V - S + F = 2$ . Qualcuno avanza la congettura che ciò valga per qualunque poliedro. Altri cercano di falsificare questa *congettura*, di controllarla in molti modi diversi: essa resiste bene. I risultati *corroborano* la congettura e suggeriscono che si dovrebbe dimostrarla. È a questo punto – dopo gli stadi *problema* e *congettura* – che entriamo in aula. Il professore si accinge proprio a presentare una *dimostrazione*.

[ ... ]

Imre Lakatos (1922-1974), *Dimostrazioni e confutazioni. La logica della scoperta matematica*, introduzione all’edizione italiana di Giulio Giorello, Feltrinelli Editore 1979

Per tutti coloro che almeno una volta nella loro vita, si sono “dimenticati” una condizione nella dimostrazione di un teorema e sono stati “bistrattati e umiliati” !

Torniamo a Galileo, ma un Galileo da teatro.

GALILEO I moti dei corpi celesti ci sono divenuti più chiari; ma i moti dei potenti restano pur sempre imperscrutabili ai popoli. E se la battaglia per la misura-

bilità dei cieli è stata vinta dal dubbio, la battaglia della massaia romana per il latte sarà sempre perduta dalla credulità. Con tutt'e due queste battaglie, Andrea, ha a che fare la scienza. Finché l'umanità continuerà a brancolare nella sua nebbia millenaria di superstizioni e di venerande sentenze, finché sarà troppo ignorante per sviluppare le sue proprie energie, non sarà nemmeno capace di sviluppare le energie della natura che le vengono svelate. Che scopo si prefigge il nostro lavoro? Io credo che la scienza possa proporsi altro scopo che quello di alleviare la fatica dell'esistenza umana. Se gli uomini di scienza non reagiscono all'intimidazione dei potenti egoisti e si limitano ad accumulare sapere per sapere, la scienza può rimanere fiaccata per sempre, ed ogni nuova macchina non sarà che fonte di nuovi triboli per l'uomo. E quando, coll'andar del tempo, avrete scoperto tutto lo scopribile, il vostro progresso non sarà che un progressivo allontanamento dall'umanità. Tra voi e l'umanità può scavarsi un abisso così grande, che ad ogni vostro eureka rischierrebbe di rispondere un grido di dolore universale... Nella mia vita di scienziato ho avuto una fortuna senza pari: quella di vedere l'astronomia dilagare nelle pubbliche piazze. In circostanze così straordinarie, la fermezza di un uomo poteva produrre grandissimi rivolgimenti. Se io avessi resistito, i naturalisti avrebbero potuto sviluppare un qualcosa di simile a ciò che per i medici è il giuramento di Ippocrate: il voto solenne di far uso della scienza ad esclusivo vantaggio dell'umanità. Così stando le cose, il massimo in cui si può sperare è una progenie di gnomi inventivi, pronti a farsi assoldare per qualsiasi scopo. [ ... ]

Bertolt Brecht (1898-1956), *Vita di Galileo*, Einaudi 1963 , p. 125-126

È il Galileo di Brecht, monologo finale riscritto dall'autore dopo Hiroshima. Non lasciate che i vostri alunni sentano parlare di Galileo solo dal professore di italiano!

Molti anni dopo, un altro autore si cimentato su argomenti simili in un'epoca e ambiente completamente diversi.

Margrethe Ma perché?

Bohr Ci pensi ancora?

M. Perché è venuto a Copenaghen?

B. Che importanza ha, tesoro, adesso che siamo tutti e tre morti?

M. Certe domande rimangono a lungo anche dopo chi le ha fatte è morto. Si aggirano come fantasmi, cercando le risposte che non hanno mai trovato in vita.

B. Certe domande non hanno risposta.

M. Perché è venuto? Che cosa stava cercando di dirti?

B. L'ha spiegato dopo.

M. L'ha spiegato tantissime volte. E ogni volta che ha spiegato è diventato più oscuro.

B. Probabilmente, a pensarci bene, era molto semplice: voleva solo parlare.

M. Parlare? Con nemico? Nel bel mezzo di una guerra?

B. Margrethe, tesoro, non eravamo certo noi il nemico!

M. Era il 1941!

B. Heisenberg era uno dei nostri più vecchi amici.

M. Heisenberg era tedesco. Noi eravamo danesi. Sotto l'occupazione tedesca.

B. Questo ci metteva certamente in una posizione difficile.

M. Non ti ho mai visto tanto arrabbiato con qualcuno come lo eri con Heisenberg quella sera.

B. Non per contraddirti, ma credo di essere rimasto piuttosto calmo.

M. Io lo capisco quando sei arrabbiato.

B. Per lui era difficile come lo era per noi.

- M. Perché lo ha fatto, allora? Adesso nessuno può più essere ferito, nessuno può più essere tradito.  
 B. Penso che non lo abbia mai saputo neanche lui.  
 M. Lui non era un amico. Non dopo quella visita. Che segnò la fine della famosa amicizia fra Niels Bohr e Werner Heisenberg.

Heisenberg Adesso siamo tutti morti e sepolti, certo, e il mondo di me ricorda soltanto due cose. Una è il principio di indeterminazione e l'altra è la mia misteriosa visita a Niels Bohr a Copenaghen nel 1941. L'indeterminazione la capiscono tutti. O credono di capirla. Nessuno capisce il mio viaggio a Copenaghen. Quante e quante volte l'ho spiegato. Allo stesso Bohr, e a Margrethe. A quelli che mi interrogavano e agli agenti dei servizi segreti, ai giornalisti e agli storici. E più spiegavo, più profonda si faceva l'indeterminazione. Bene, farà volentieri un altro tentativo. Adesso che siamo tutti morti e sepolti. Adesso che nessuno può essere ferito, nessuno può essere tradito.

Michael Frayn, *Copenaghen*, Sironi Editore 2003 (1998)

Forse è utile ricordare alcune date.

1 settembre 1939	l'esercito tedesco invade la Polonia.
9 aprile 1940	i tedeschi occupano la Danimarca.
10 giugno 1940	l'Italia entra in guerra.
22 giugno 1941	la Germania attacca l'URSS.
7 dicembre 1941	Pearl Harbor.
dicembre 1942	Stalingrado.
29 settembre 1943	Bohr e la moglie fuggono dalla Danimarca.

Le due commedie sono diversissime, ma il tema di fondo è lo stesso: il rapporto tra la scienza e l'arte di governo, o se volete, la responsabilità morale dello scienziato.

Come chiusura: tre libri da leggere e da far leggere.

GIANFRANCO PACCHIONI, *Scienza, quo vadis?* Tra passione intellettuale e mercato, il Mulino 2017

PIETRO GRECO, a cura di, *Fisica per la pace. Tra scienza e impegno civile*, Carocci Editore 2017

FABIO MINI, *Che guerra sarà*, il Mulino 2017.

## Appendice

Passando a un'opera più vicina a noi, scoprimmo che Georg Wilhelm Friedrich Hegel, nella grande Filosofia della storia, affrontò il problema del significato della storia giungendo alla conclusione che "la causa finale del mondo intero, asseriamo essere la coscienza della sua libertà da parte dello spirito, e ipso facto la realtà di tale libertà". Confesso che non mi fu facile assimilare questa formula quando fu presentata durante l'ora di storia; tuttavia suonava bene. La storia come evoluzione della libertà sembrava un'idea attraente, ma proprio mentre i nostri studi vertevano su quel punto, l'idea hegeliana perse buona parte della sua credibilità: la mattina di un venerdì di marzo la parte della mappa d'Europa che rappresentava l'Austria diventò di colpo scura e l'insegnante di storia, al pari di tanti delle altre materie, il lunedì successivo si presentò in divisa nazista.

[ ... ]

Era inevitabile che si commettessero errori per eccesso di entusiasmo: ad esempio Protagora, uno dei primi sofisti, è passato alla storia per essere stato forse il primo ottimista, convinto che si potesse insegnare la virtù, che si potesse sanare la storia, che la sola critica intellettuale potesse liberarci dalla “stupidità barbara” e innalzarci a un nuovo livello di vita umana. Ma almeno lui aveva intenzioni oneste. La scienza, e il pensiero razionale che produsse la scienza, sono teste di ponte nell’animo, che in loro assenza sarebbe consegnato in larga misura all’ate (tentazione, infatuazione, oscuramento della coscienza) e al thumos (ira). L’esistenza di queste teste di ponte consente di sperare in un cambiamento nell’equilibrio delle potenzialità individuali e di conseguenza nell’equilibrio delle forze che hanno infierito sulla mappa geopolitica a partire dalle epoche preistoriche.

So benissimo che un certo gruppo di filosofi, da Nietzsche a Spengler, da Husserl a alcuni nostri contemporanei, accusa invece la scienza stessa di quelli che vengono definiti gli “eccessi” della razionalità, ma i loro argomenti non vengono scartati come pure e semplici assurdità solo perché anche la scienza, ahimè, spesso si è prestata a diventare un’arma al servizio dei nostri impulsi dionisiaci e antiumani.

Non nutro l’illusione che insegnando più chimica, più fisica e più matematica nasceranno subito, automaticamente, leader saggi e loro seguaci assennati: Protagora era troppo ingenuo. Non esiste un rimedio bell’e pronto per la nostra barbara stupidità che emerge in modo così grottesco dalle azioni degli Agamenoni dei giorni nostri, i generalissimi, premier, scia e ayatollah, né si deve credere che io voglia sostenere una presunta benignità, purezza e progressività inevitabile della scienza: non si realizzerà il paradiso invocando il nome e le gesta di Mendelejev o di Wolfgang Pauli. Nondimeno, alcuni di noi debbono agire come se alla fine possa verificarsi qualcosa del genere, perché in caso contrario nulla cambierà. Quando noi, e gli insegnanti futuri che contribuiamo a formare, ci troviamo di fronte quei giovani studenti, dobbiamo cogliere l’opportunità di affermare e di dimostrare i poteri razionali di Atena, elemento complementare e fattore di equilibrio nella vita produttiva dello spirito umano.

Il rischio di insuccesso è elevato in ogni impresa educativa e si possono sempre fare scelte diverse, più gratificanti nell’immediato, ma vale la pena di correre questo rischio.

Infatti i giovani studenti che nell’aula scolastica si interrogano sulle forze che dominano la mappa, e che di lì a poco saranno travolti dalle sue convulsioni, siete voi e sono io, sono i nostri figli, ma non devono essere i figli dei nostri figli per l’eternità.

Gerald Holton, *Le due mappe* in Gerald Holton, *Scienza Educazione e Interesse Pubblico*, il Mulino 1990.