

L'IMPORTANZA DELLA STORIA DEL PENSIERO SCIENTIFICO NELL'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE

BRUNELLA DANESI

Redazione di 'Naturalmente'

1. Problemi didattici relativi alla presentazione dei modelli scientifici e della loro storia

Agli inizi del Novecento, nei suoi scritti storici e metodologici, il sociologo tedesco Max Weber chiariva che lo sviluppo del pensiero scientifico si è accompagnato, nel corso dell'età moderna, al *disincantamento* del mondo: gli uomini, abbandonando gradualmente ogni riferimento a spiegazioni e comportamenti magici, metafisici e religiosi nel descrivere la natura, hanno riconosciuto alla scienza, cioè alla ragione e al sapere tecnico, il ruolo di unici strumenti idonei a svolgere le ricerche e le indagini sui fenomeni naturali. Inoltre, sempre in quei testi, Weber sottolineava che ogni teoria scientifica porta con sé domande e questioni che premono verso altre soluzioni ed evidenziava come il *destino* della scienza coincidesse con la seguente circostanza, ossia che «ogni lavoro scientifico vuole essere superato e invecchiare, cosicché essere superati scientificamente, non è soltanto il destino di tutti noi, ma è anche il nostro scopo»¹. Le due riflessioni mantengono intatta la loro validità e risultano importanti per un corretto insegnamento scientifico.

Relativamente alla prima, va ricordato che i modelli scientifici proposti nella prassi scolastica entrano spesso in conflitto con la rappresentazione immediata e ingenua della realtà, propria del senso comune. Il fatto non deve sorprendere dal momento che il nostro cervello si è evoluto per reagire in modo rapido ed efficace a stimoli ambientali anche complessi e tende pertanto a inserire i dati raccolti in un contesto noto, mentre l'attività scientifica è un processo lento, che prevede cura nella raccolta dei dati, riflessione sul loro significato e verifica delle regolarità, tutti comportamenti che non dovevano possedere grande valore adattativo nell'ambiente in cui la nostra specie è vissuta durante l'evoluzione del suo grande encefalo.

Circa la seconda riflessione di Weber, concernente il carattere non ultimo, né ultimativo delle conoscenze scientifiche, non è facile fare cogliere ai giovani l'importanza dei percorsi storici delle idee scientifiche ed anche il fascino di un tipo di sapere per cui nessuna acquisizione è completamente definitiva; in particolare, non è facile fare loro comprendere che la capacità autocorrettiva è parte della grandezza della scienza, al pari della flessibilità con cui essa è capace di adeguarsi a nuove acquisizioni imposte dal

riscontro dei dati sperimentali.

La scienza tende a dimenticare le sue origini, azzera continuamente il cammino tortuoso che l'ha portata ai presenti risultati, considera del tutto irrilevanti precedenti acquisizioni, ha come suo valore costitutivo quello dell'*oblio* e del superamento del proprio passato². Gli scienziati non hanno interesse per teorie e soluzioni precedenti che si configurano semplicemente come errori, verità parziali, tappe necessarie ma superate per il raggiungimento della verità o per lo meno di quella verità provvisoria accettata in quel momento dalla comunità scientifica. Questo si riflette sul modo in cui vengono costruiti i manuali scientifici, sia a livello universitario che a livello di scuola media superiore: essi rappresentano la summa dei saperi acquisiti in quel momento dalla comunità scientifica, raramente vi trovano spazio i problemi irrisolti, gli interrogativi aperti, i lati oscuri delle questioni. Anche molti saggi di divulgazione scientifica e la maggior parte delle riviste si ispirano a questi criteri di linearità, progressività, astoricità, confermando quest'immagine cristallizzata della scienza.

Nel fare queste brevissime annotazioni sul rapporto tra scienza e storia della scienza non si possono dimenticare le applicazioni tecnologiche della ricerca biologica; a partire dalla seconda rivoluzione scientifica, l'intreccio scienza-industria è divenuto talmente esteso e profondo da segnare profondamente la nostra storia recente e da indurre il cittadino comune a ritenere che la scienza si identifichi e si esaurisca nelle sue applicazioni tecnologiche. Spesso le finalità conoscitive dell'attività scientifica vengono perse di vista e la scienza viene identificata con le sue applicazioni e, di volta in volta, viene visualizzata come fata benefica portatrice di doni o come demone corruttore del pianeta e dei suoi abitanti; soprattutto nel corso di questi ultimi anni si è assistito ad un prepotente fiorire di approcci alternativi alla *scienza ufficiale*, con un moltiplicarsi di sedicenti maghi in grado di predire il futuro o togliere incantesimi e di guaritori che prescrivono cure alternative più *dolci* della farmacopea ufficiale.

Così, la scienza, nata come attività aperta al controllo intersoggettivo, da un lato si è trasformata nel suo opposto, cioè in una sorta di nuova fede dogmatica ed acritica, dall'altro viene messa sullo stesso piano di nebulose ricerche alternative, con un prepotente ritorno all'influenza degli astri, delle pietre, di simpatie ed antipatie che regolerebbero il rapporto fra microcosmo e macrocosmo. In entrambi i casi, si è dimenticato che la ricerca scientifica è stata guidata dall'esigenza di conoscere e non può risolversi nell'esame delle possibili applicazioni, legate ad interessi economici di vario tipo.

Penso che la scuola debba farsi carico di questi problemi e debba individuare spazi in cui sia possibile mettere in luce i legami fra lo sviluppo della scienza e i contesti storici in cui essa si è sviluppata. Questo, naturalmente, non significa rinunciare alla specificità della disciplina, che non può essere sommersa in un generico storicismo.

La conoscenza di come si è giunti a determinate scoperte presenta un alto valore formativo in quanto rende evidente la provvisorietà dei modelli scientifici che l'uomo si è costruito nel tempo e le intersezioni da sempre intercorse fra scienza e altri campi

del sapere; può far comprendere le ragioni dei vinti; fa capire che non esistono osservazioni pure e che *i tacchini induttivisti* sono destinati all'insuccesso; permette di delineare itinerari didattici, seguendo nell'esposizione la stessa progressione con cui tali argomenti si sono andati districando; è possibile ripetere in laboratori anche poco forniti esperienze classiche che non prevedono attrezzature sofisticate come quelle che vengono oggi utilizzate nei moderni laboratori di ricerca; consente di discutere i rapporti scienza-società e scienza-tecnologia.

Naturalmente, questa metodologia non è esente da rischi, in quanto gli insegnanti di scienze, avendo spesso ricevuto una formazione scientifica di base non rispondente alle esigenze sopra indicate, si trovano disarmati di fronte al problema del rapporto tra scienze e storia, e non di rado sono diffidenti; mentre gli insegnanti di storia, per parte loro, non necessariamente hanno seguito corsi di storia della scienza, per cui è estremamente difficile predisporre un percorso integrato che veda coinvolti insegnanti di discipline diverse. Effettivamente, sia le poche ore destinate all'insegnamento delle scienze sia il programma francamente ipertrofico e onnicomprensivo possono svilire questi interventi di storia della scienza a piccoli *flash* aneddotici, non esenti dalla tentazione a un raddrizzamento forzato dei percorsi che, invece, sono stati labirinti di strade tortuose o a fondo cieco. Sarebbe importante ricorrere alle fonti originali e 'far parlare' i documenti, ma si incontrano grosse difficoltà perchè il materiale disponibile non è molto. La lodevole iniziativa della casa editrice Loescher che, a partire dalla fine degli anni Settanta, promosse una collana³, che presentava filosofi e scienziati del passato e scelte antologiche dalle loro opere, non ha avuto seguito. Attualmente, nel panorama dell'editoria italiana, non si trovano in commercio molti scritti di scienziati e naturalisti originali del passato⁴. Non mancano, tuttavia, lavori interessanti sulla storia della biologia e della scienza in genere⁵. Pressochè inesistenti, invece, sono lavori adatti anche per la scuola dell'obbligo.

2. Esempi di percorsi pluridisciplinari di scienza e storia della scienza

Pur con i limiti ed i problemi già evidenziati, molti argomenti di scienze naturali possono essere affrontati in chiave storica. Eccone alcuni possibili.

Le vicissitudini che hanno portato alla lenta affermazione della distinzione fra vivente e non vivente, che va di pari passo con la scoperta, anch'essa travagliata, che la vita – almeno nel mondo che conosciamo oggi – si origina solo dalla vita, sono un esempio paradigmatico che ciò che uno vede dipende sia da ciò cui guarda, sia anche da ciò che la sua precedente esperienza gli ha insegnato a vedere. Gli esperimenti di Redi fanno comprendere come anche le osservazioni più accurate, da sole, non possono far crollare una teoria, in quanto sono sempre circoscritte a casi particolari che non possono essere generalizzabili. Redi mostrò che effettivamente le mosche non derivano dalla carne in putrefazione, ma non escluse che altri organismi potessero formarsi dalla materia non vivente, come ad esempio gli insetti della galle; e Spallanzani, che aveva affrontato in modo ineccepibile dal punto di vista sperimentale il problema della funzione e del

significato degli animalculi nello sperma, escluse in modo tassativo che essi svolgessero un ruolo specifico nella fecondazione, molto probabilmente portato fuori strada dalle sue radicate convinzioni a favore del sistema ovista. Per ben due volte, infatti, credette di osservare che il seme di alcuni rospi era privo di spermatozoi e, nonostante questo, le uova erano state fecondate regolarmente. Successivamente verificò la stessa cosa, anche se nel seme c'erano sì spermatozoi, ma spermatozoi a suo avviso uccisi dal riscaldamento cui aveva sottoposto lo sperma. Il problema della generazione spontanea, che per chi si occupa di scienze naturali è un argomento scontato, non lo è poi tanto per alcuni adolescenti che sono invece convinti che i pidocchi nascano dallo sporco dei capelli.

La disputa biogenesi/ abiogenesi, che si conclude tradizionalmente con i classici esperimenti di Pasteur, anch'essi facilmente ripetibili in laboratorio, può permettere di parlare della scoperta dei batteri; a questo proposito, risulterebbe appropriato leggere alcuni brani tratti dallo splendido racconto *Il dottor Semmelweis*⁶, nel quale è tracciata la storia del medico ungherese. Tra l'altro, leggere documenti in cui vengano illustrate quali fossero le possibilità delle cure mediche ancora nell'Ottocento, prima della scoperta dei batteri, porterebbe ad una rivalutazione di quella che da alcuni viene con disprezzo definita 'medicina ufficiale', i cui farmaci sono testati attraverso l'altrettanto 'deprecato' metodo sperimentale.

La storia della nascita e dello sviluppo della teoria cellulare, può rappresentare un esempio paradigmatico di come il microscopio, come ha affermato Canguilhem⁷, è «... più il prolungamento dell'intelligenza che il prolungamento della vista...»; non sono state certamente soltanto le osservazioni al microscopio che hanno portato al pieno sviluppo della teoria cellulare; nella sua formulazione definitiva, questa afferma infatti non soltanto che tutti i viventi sono costituiti da cellule, ma anche che ogni cellula deriva da altre cellule preesistenti e si collega intimamente con la disputa biogenesi – abiogenesi che tenne impegnati nello stesso periodo i naturalisti. È pertanto una banalizzazione collegare questa scoperta al nome di Robert Hooke, semplicemente affascinato dall'inimmaginabile ampliamento dei sensi reso possibile da questo nuovo strumento, che estendeva la vista e permetteva la scoperta di un mondo sino ad allora sconosciuto; la teoria nasce piuttosto dalla teorizzazione delle strette interrelazioni fra struttura e funzione, base concettuale sia della fisiologia di Albrecht von Haller che dell'anatomia comparata di George Cuvier, tanto che il primo, il quale sostiene che i viventi sono costituiti da tessuti, scrive che la fibra (il tessuto) è per la fisiologia ciò che la linea è per la geometria e aggiunge significativamente che le più piccole fibre possono essere osservate con gli occhi della ragione, mentre per Buffon i viventi sono costituite da molecole organiche, anch'esse invisibili al microscopio.

Insomma, chi studia i viventi con il nuovo strumento oscilla fra due posizioni antitetiche, entrambe più teoriche che fondate su protocolli osservativi: l'organismo è infatti visto alternativamente come costituito da una sostanza plastica fondamentale oppure da «granelli di vita» equivalenti agli atomi della materia inorganica e la scelta è intrecciata con le posizioni che i vari naturalisti hanno assunto a proposito della

nascita di nuovi individui per riproduzione sessuata. Lentamente, al chiudersi del secolo Diciottesimo, si fa strada il concetto di 'organizzazione del vivente', non un semplice assemblaggio di particelle indipendenti, ma una struttura in cui le parti sono pienamente integrate. Così, secondo Bichat, fra le molecole e l'organo vi deve essere un nuovo livello di organizzazione, quello costituito dai tessuti, ciascuno dei quali svolge un compito specifico ed è integrato con gli altri. Indubbiamente, anche il miglioramento del potere di risoluzione dei microscopi grazie all'impiego di lenti acromatiche, ha contribuito alla formulazione della teoria, unitamente alle tecniche di dissezione attraverso le quali si cerca di dissociare i tessuti per fare apparire vescichette di forma sempre simile, al cui interno è costantemente presente un'altra sferetta: il nucleo. Tutto questo permette la generalizzazione di Schwann e Schleiden e l'ulteriore precisazione di Virchow. L'affrontare la teoria cellulare su basi storiche offre inoltre la possibilità di ripetere i classici esperimenti di osservazione di tessuti vegetali ed animali e anche quelli che hanno permesso a Pfeiffer di verificare l'osmosi o a Overton di mettere in luce la diversa permeabilità della membrana cellulare a coloranti idro e liposolubili, consentendo di passare da osservazioni di tipo esclusivamente morfologico ad altre che sono introduttive alla fisiologia cellulare.

La cosmologia degli adolescenti e le misconoscenze di cui sono imbevuti ricalcano spesso convinzioni del passato; con questo non voglio sostenere che le tappe della vita umana in qualche modo ripercorrono la storia dell'umanità, ma semplicemente che certe convinzioni, dettate soprattutto dal senso comune, sono dure a morire. Quante volte gli insegnanti danno per scontato la legge di conservazione della massa, che, nella sua semplicità, anche il più restìo degli studenti è in grado di enunciare. Se però si chiede agli studenti il motivo per cui, pur mangiando tutti i giorni, il peso di un individuo adulto si mantiene grosso modo invariato, la risposta più frequente è che il cibo, la materia, si trasforma in energia. Di fronte a questo tipo di risposte, perché non affrontare il problema raccontando come Lavoisier risolse la questione attraverso gli splendidi esperimenti sulla respirazione animale? Saggi come quelli di Abbri⁸ sono una fonte preziosa per immergersi nell'ambiente culturale del tempo in cui visse l'esattore della *ferme generale*. Sulla scorta di queste pagine si può ampliare il discorso e parlare della nascita della chimica pneumatica, perché anche le caratteristiche dei gas, il fatto di non essere essi dotati, come affermava Aristotele, di *intrinseca leggerezza* non è un'affermazione che può essere data per scontata.

Molti altri argomenti possono essere proficuamente affrontati in chiave storica. Potrei riferirmi alla nascita della genetica, alle grandi scoperte degli inizi del Novecento che portarono al passaggio dalla genetica formale all'idea dell'esistenza di particolari strutture – ancora ignote – situate sui cromosomi e poi allo studio della genetica fisiologica, e ancora all'identificazione del principio trasformante nel DNA e alle ulteriori scoperte che hanno condotto alla 'rivoluzione dei geni', proseguite con l'ingegneria genetica che promette di fornire nuovi poteri allo scienziato, tali da consentirgli di guidare i processi evolutivi.

Certamente, quando si parla di genetica, anche se è fondamentale che gli studenti capiscano appieno il ruolo del DNA e del RNA nel conservare, trasmettere e modificare l'informazione, sarebbe anche opportuno fornire almeno dei cenni sugli intrecci che hanno pesantemente segnato la nascita di questa scienza. Un riferimento da non trascurare riguarda, ad esempio, la chiusura alla genetica decretata nel nascente stato sovietico da Stalin, quando l'agronomo Lysenko, liquidando le nuove teorie e gli studi portati avanti in Europa e negli Stati Uniti come espressione di un sapere falso e borghese, cercò di dimostrare che l'ambiente era in grado di portare modifiche permanenti alle piante di grano sottoposte ad una tecnica di sua invenzione, la vernalizzazione, mentre in Occidente, un atteggiamento ideologico di segno opposto aveva permesso la nascita dell'Eugenetica che ebbe come conseguenza la teorizzazione, su basi proclamate scientifiche, della superiorità di alcune razze su altre, l'internamento in ospedale e successiva sterilizzazione di persone diversamente dotate e infine lo sterminio di ebrei, zingari, omosessuali nella Germania nazista.

Un altro argomento centrale dell'insegnamento della biologia, di cui non si può trascurare lo sviluppo storico, è la teoria dell'evoluzione. A questo proposito è importante mettere in luce quello che osservava Ernst Mayr⁹:

Mentre la biologia funzionale ha numerose somiglianze con le scienze fisiche, la biologia evolutiva crea un ponte verso le scienze sociali e le scienze umane perchè spesso si interessa dei medesimi problemi. In particolare, nello studio dell'uomo, si può constatare che le scienze dell'evoluzione e le scienze sociali per un ampio spazio si sovrappongono.

Quando si indagano le cause remote che hanno determinato le caratteristiche dei viventi presenti attualmente sul pianeta o il loro comportamento, i metodi tradizionali delle scienze fisiche non sono sufficienti, anzi sono fuorvianti. Il processo evolutivo è verificabile in laboratorio solo nel caso dei batteri e le indagini dell'evoluzionista sono molto più simili a quelle dello storico; egli cerca pazientemente documenti del passato, per ricostruire il cespuglio dell'evoluzione o comprendere in quale modo quella determinata struttura si è affermata nel tempo.

Lo studente deve aver chiaro che le Scienze Naturali sono scienze con uno statuto epistemologico particolare, che ciascun vivente è non soltanto un sistema complesso, ma è anche unico, non esiste il topo, ma una popolazione di topi, caratterizzata al suo interno da individui la cui variabilità è una caratteristica precipua e una forza per la sopravvivenza della specie. La Storia della Natura, dopo Darwin, ci narra di un lunghissimo tempo nel quale il nostro pianeta era completamente deserto, di un periodo ancora più lungo in cui, pur esistendo innumerevoli forme di vita, nessun uomo era in grado di osservarle, né di apprezzarne la bellezza e descriverla e può farci prevedere un mondo in cui ogni forma di vita dotata di autoconsapevolezza sarà scomparsa; come si può notare, si tratta di un gravissimo colpo al nostro antropocentrismo. Il cambiamento di paradigma causato da Darwin è stato enorme, rispetto alle posizioni dell'arcivescovo William Paley, che ancora alle soglie dell'Ottocento si sforzava di

dimostrare razionalmente l'esistenza di Dio con la celebre metafora dell'orologio.

La nascita dei modelli evolutivi è strettamente correlata con la scoperta del tempo profondo. Per gli uomini del Seicento la terra è un pianeta nato da poco e la storia umana e quella del pianeta sono fra loro profondamente intrecciati. Ancora una volta, può essere verificata un'analogia fra la percezione dei nostri adolescenti e quella degli uomini del passato: la scoperta del tempo profondo, direi la stessa percezione di tempi lontani, è difficilissima da far pienamente comprendere: i millenni, i milioni, i miliardi di anni si appiattiscono su un orizzonte indistinto ed è importante far capire agli studenti, sia che anche in passato la consapevolezza di «sterminate antichità» è stata una conquista faticosa, sia il modo con cui vi si è giunti. È altresì fondamentale che gli studenti abbiano ben chiaro che se la medicina ai suoi esordi si è concentrata esclusivamente sulle cause prossime della patologia, oggi non può trascurare le cause remote, quelle evolutive: più precisamente, la variabilità degli organismi, che si traduce anche nel diverso modo con cui individui della stessa specie reagiscono ai farmaci, agli attacchi batterici, ai tumori provocati sperimentalmente da agenti cancerogeni, non possono essere considerati un rumore indesiderabile nel sistema sperimentale, ma sono fattori di cui tener conto.

Concludo ricordando un altro argomento biologico di particolare rilevanza, in quanto strettamente intrecciato a problemi economici, storici, politici della contemporaneità: l'ecologia, che sarebbe molto utile affrontare anche nel suo sviluppo storico, magari partendo dall'atteggiamento ambivalente da sempre tenuto dall'uomo nei confronti dell'ambiente naturale (ma esiste ancora?), di volta in volta visto come *locus amoenus* o *horridus*.

NOTE

¹ Si veda [11], pg. 20

² L'argomento è trattato in modo esaustivo in [10].

³ Si veda [2].

⁴ Segnaliamo che tramite *internet* si possono scaricare gratuitamente alcune opere di Francesco Redi (<http://www.liberliber.it/biblioteca/r/redi/>, come ad esempio le *Esperienze intorno alla generazione degl'insetti*) o si possono ordinare presso la casa editrice Olschki di Firenze alcuni lavori di Spallanzani, <<http://www.spallanzani.it/pubblicazioni.htm>>.

⁵ Si veda ad esempio [1], [4], [5] e [8].

⁶ Si veda [6]

⁷ Per ulteriori chiarimenti, si veda [5], p. 79

⁸ Si veda [3].

⁹ Si veda [9], pp. 35-36

BIBLIOGRAFIA

- [1] AA. VV., *I grandi della scienza*, Le scienze, Milano.
- [2] AA.VV., Collana diretta da Paolo Rossi *Storia della scienza*, Loescher, Torino.
- [3] Abbri F., *La chimica del Settecento*, Loescher, Torino, 1978.
- [4] Barsanti G., *Una lunga pazienza cieca. Storia dell'evoluzionismo*, Einaudi, Torino, 2005.
- [5] Beretta M., *Storia materiale della scienza*, Bruno Mondadori, 2002.
- [6] Canguilhem G., *La conoscenza della vita*, il Mulino, Bologna, 1976.
- [7] Celine L., *Il dottor Semmelweis*, Adelphi, Milano, 1975.
- [8] Gohau G., *Storia della biologia*, Einaudi, Torino 1999.
- [9] Mayr E., *Biologia ed evoluzione*, Boringhieri, Torino, 1982.
- [10] Rossi P., *Il passato, la memoria, l'oblio*, il Mulino, Bologna, 2001.
- [11] Weber M., *La scienza come professione*, Einaudi, Torino, 1966.