

MOLTO POCO E MOLTO BENE

LE SCIENZE SPERIMENTALI NEL PRIMO CICLO D'ISTRUZIONE

di Maria Elisa Bergamaschini

Un'importante esperienza conquistata in corsi di aggiornamento e gruppi di ricerca con insegnanti della scuola primaria conferma e rilancia una modalità efficace per insegnare le scienze della natura. Una modalità che fa riferimento a storie di scienziati come Marie Curie, Victor Weisskopf, Leopold Infeld, che si è dimostrata valida per suscitare e mantenere viva la curiosità degli studenti nell'arco del primo ciclo di istruzione. Una modalità che si fonda sulle azioni del «fare scienza», ma tiene ben presenti parole come dato, ragione, creatività, re-invenzione, ricorsività. Perché imparare sia, come deve essere, un'avventura affascinante.

Nel testo *Vita della signora Curie* (pubblicato in italiano nel 1938) scritto da una delle due figlie, Eva, si racconta un curioso episodio della vita della grande scienziata due volte insignita del Nobel, per la Fisica nel 1903 e per la Chimica nel 1911. Quando la figlia Irène (nata nel 1897, futuro premio Nobel per la Chimica nel 1935) raggiunse, nel 1907, l'età di frequentare il liceo, Marie, poco convinta dell'impostazione della scuola di stato, desidera che Irène studi «molto poco e molto bene».

Si consulta allora con i propri amici, professori alla Sorbona come lei e come lei con figli in età di liceo e sotto il suo impulso «nasce l'idea

originale di una cooperativa d'insegnamento dove alcuni grandi spiriti si suddivideranno il compito di educare, con metodi nuovi, i loro figli».

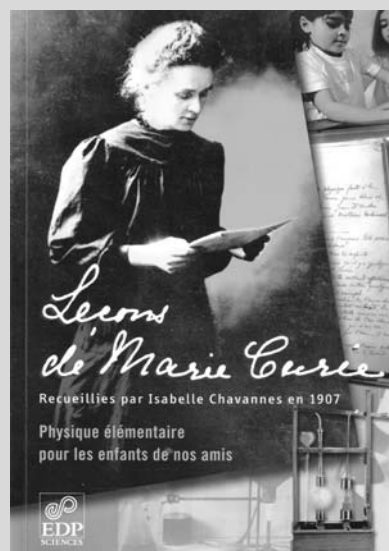
Paul Langevin insegna matematica, Jean Perrin la chimica, le signore Perrin e Chavannes, lo scultore Magrou e il professor Mouton insegnano la letteratura, la storia, le lingue vive, le scienze naturali, insegnano a modellare e a disegnare.

Marie Curie (1867-1934)



«Infine, in un locale in disuso della Scuola di Fisica, la signora Curie consacra il pomeriggio del giovedì al corso più elementare che quelle pareti abbiano mai udito. I suoi allievi - alcuni dei quali sono dei futuri scienziati - serberanno un ricordo abbagliante di quelle lezioni appassionanti, della sua familiarità, della sua gentilezza. Grazie a lei, i fenomeni astratti e noiosi dei manuali ricevono l'illustrazione più pittoresca: sfere di bicicletta bagnate nell'inchiostro vengono abbandonate su un piano inclinato dove, tracciando una linea, confermano la legge della caduta dei gravi. Una pendola iscrive le sue oscillazioni regolari su un foglio di carta carbone. Un termometro, fabbricato e graduato dagli allievi, s'adatta a funzionare d'accordo coi termometri ufficiali, e i ragazzi ne provano un immenso orgoglio [...]. Marie trasmette loro il suo amore per la scienza e il suo amore per il lavoro. Essa insegna loro anche i metodi che una lunga carriera ha sviluppato in lei; virtuosa del calcolo mentale, essa insiste perché i suoi protetti lo pratichino anch'essi: "Bisogna arrivare a non sbagliarsi mai" afferma, "il segreto è non far troppo in fretta". Se una delle apprendiste crea disordine o sudiciume costruendo una pila elettrica, Marie s'arrabbia davvero: "Non mi dire che pulirai dopo! Non si deve insudiciare un tavolo durante una preparazione o un esperimento...". La laureata del premio Nobel dà a volte a quei bambini ambiziosi semplici lezioni di buon senso. "Come fareste per mantener caldo il liquido contenuto in questo recipiente?" un giorno domanda. Subito Francis Perrin, Jean Langevin, Isabella Chavannes, Irène Curie, le stelle scientifiche del corso, propongono soluzioni ingegnose: circondare il recipiente di lana, isolarlo con metodi raffinati e... inattuabili. Marie sorride e dice: «Ebbene, io comincerò col mettere un coperchio» [1, 2].

La semplicità con cui Marie Curie richiama i propri giovanissimi allievi alla realtà, metaforicamente rappresentata dal gesto di porre il coperchio sulla pentola, è così spesso disattesa nella vita scolastica dove tra schede, programmazioni astratte, calcoli docimologici, obiettivi formativi, obiettivi specifici eccetera o, viceversa, assoluto pressappochismo, la sapienza si perde dietro alle informazioni e agli sterili tecnicismi. Non possiamo non ricordare i versi di Eliot in uno dei cori de La rocca: «[...] dov'è la saggezza che abbiamo perso nella conoscenza, dov'è la conoscenza che abbiamo perso nell'informazione [...]».



In questi tempi il mondo della scuola riceve una continua e forte sollecitazione a fare spazio all'insegnamento scientifico; ma le motivazioni della scelta sembrano oscillare tra una posizione di stampo funzionalista (lo studio delle scienze serve per leggere le etichette, usare i computer, utilizzare i prodotti tecnologici più recenti eccetera) e una posizione, alimentata dai mezzi di comunicazione, che punta agli aspetti spettacolari dei risultati scientifici oppure si ispira alla cultura dell'ambientalismo più generico e scontato, esasperando comunque il livello informativo a scapito di quello conoscitivo. La percezione che ne abbiamo è di una scienza autoreferenziale che nulla ha da spartire con la sapienza, con la saggezza, con il buon senso comune. In questo contesto apparentemente favorevole all'insegnamento scientifico, sempre più frammentario e quindi paradossalmente non efficace dal punto vista di una reale formazione scientifica, occorre individuare alcuni punti fermi su cui costruire l'edificio dell'insegnamento delle scienze della natura. Intendo riflettere su alcuni di questi, fattori essenziali, ma irrinunciabili per un approccio corretto alle scienze fin dai primi anni della scuola primaria.

Caratteristiche del «fare scienza»

La condizione perché l'insegnamento di una scienza sperimentale si radichi nel rispetto e nella valorizzazione della persona del bambino e della persona dell'insegnante è che sia rispettoso delle caratteristiche peculiari e strutturali della disciplina scientifica.

A questo livello sono da sottolineare due aspetti fondamentali. Le scienze sperimentali sono una forma, non l'unica, di conoscenza della realtà naturale; lo scienziato in questa esperienza conoscitiva percepisce la misteriosa adeguatezza tra le strutture del proprio pensiero e la struttura intima del mondo: il mondo si lascia conoscere. Ma un'esperienza conoscitiva è un'esperienza profondamente umana che coinvolge la persona intera dello scienziato: non solo la sua razionalità, la sua capacità di analisi e di sintesi, la sua capacità operativa, ma anche la sua fantasia, la sua intuizione, il suo gusto estetico, in quella profonda sintesi che chiamiamo «ragione» e che è la peculiarità del nostro essere uomini.

Un secondo aspetto. Ogni esperienza di conoscenza reale è legata al fatto che ci si dia un metodo coerente con l'oggetto dell'indagine; anche le scienze della natura hanno un loro metodo caratteristico, il metodo sperimentale, che però è spesso ridotto a una schematizzazione del tipo: osservazione iniziale del fenomeno; induzione che porta a ricavare dai dati le ipotesi; deduzione che dalle ipotesi conduce a formulare previsioni circa future possibili osservazioni o risultati sperimentali; verifica sperimentale che porta all'accettazione o alla negazione delle ipotesi attraverso la realizzazione di esperimenti.

Una schema di questo genere, che pure mette in evidenza tappe significative dell'indagine scientifica, contiene tuttavia un rischio fortemente riduttivo; suggerisce, infatti, un'immagine del metodo scientifico come di un procedimento quasi automatico, che non ha un soggetto e che meccanicamente si applica alla realtà naturale di cui si perdono l'irriducibile complessità e la varietà. Ne consegue che anche nella scuola il termine «metodo scientifico», consapevolmente o inconsapevolmente, è utilizzato con il significato di insieme di tecniche e procedure da applicare, quasi esistenti di per sé, indipendentemente dall'oggetto della ricerca.

Un chiarimento: il dato come indizio

Albert Einstein e Leopold Infeld, nel saggio intitolato *L'evoluzione della Fisica*, scritto nel 1938, dichiarano di voler «disegnare a larghi tratti i tentativi dell'intelletto umano, volti a scoprire un nesso tra il mondo delle idee e il mondo dei fenomeni». Questo testo nelle sue prime dieci righe così recita: «Nel regno della fantasia il romanzo giallo perfetto esiste. Tale romanzo fornisce tutti gli indizi voluti e c'induce a costruire per conto nostro una teoria sul mistero che ne costituisce il soggetto. Seguendo gli indizi con la dovuta attenzione, giungiamo ad

una soluzione completa prima ancora che l'autore ce la riveli alla fine del volume. E, contrariamente a quanto accade con i gialli di classe inferiore, la soluzione non ci delude e ci si presenta come e quando ce l'attendevamo.»[3]

Nell'avventura scientifica il dato è sempre un «indizio» che rimanda a una domanda di partenza formulata dallo scienziato e che richiede l'intervento della sua creatività,

perché l'ipotesi va inventata, non può essere dedotta meccanicamente dai fatti. La soluzione, infatti, «di un giallo non di livello inferiore» non si raggiunge mai mettendo semplicemente in fila i dati raccolti, perché da essi non è automaticamente deducibile: c'è sempre la necessità di un incremento di conoscenza. Per chi avesse letto qualche novella di Chesterton, quanto detto è chiarito dalle due figure di Padre Brown e del suo aiutante Flambeau: il primo risolve sempre il mistero, il secondo, puntiglioso raccoglitore di «dati», non ce la fa, sebbene gli «indizi» a disposizione di entrambi siano gli stessi.



Albert Einstein (1879-1955) e Leopold Infeld (1898-1968)

Non solo razionalità

Non si acquisisce dunque una conoscenza scientifica se non si mette in campo la ragione nella sua pienezza, non solo una razionalità di tipo ipotetico-deduttivo con la quale, troppo spesso ancora, si identifica la ragione scientifica. La scienza invece nasce dalla fantasia, dalla creatività, dall'intuizione, anche da un rapporto diretto con il mondo naturale; non dunque una ragione analitica, ma ultimamente una ragione sintetica. Allora il metodo sperimentale non può essere ridotto a uno stereotipo del tipo che si diceva, ma è piuttosto da intendersi come una dimensione del «lavoro scientifico» che, in quanto tale, costringe nel «lavoro scolastico» a recuperare la persona nella sua unità, piuttosto che dissolta nelle sue molteplici abilità o non abilità.

Ogni forma di sapere ha una profondità che non può mai ritenersi del tutto esaurita; la possibilità di ritornare ricorsivamente sulle cose, riappropriandosi di esse con una consapevolezza tanto maggiore quanto più ricco è l'orizzonte di senso entro cui si collocano, è un modo per costruire nel tempo una reale criticità, non un atteggiamento dialettico, non una posizione stancamente ripetitiva, ma una riflessione sulle esperienze di studio e di lavoro che sono entrate nella propria storia. È questa una dimensione esistenziale per chi affronta i fatti contingenti della vita non in modo superficiale; e l'insegnamento deve offrire questa possibilità di ritornare su quanto accade nel gesto che unisce discente e docente su un contenuto, rendendo esplicito nel tempo ciò che inizialmente poteva essere implicito.

Conseguenze a livello didattico

Ripercorro ora in chiave didattica queste brevi riflessioni, riflettendo sui punti salienti che sono stati individuati.

Mi sembra che il problema, oggi più che mai, sia che nella scuola viene a mancare, sempre più spesso, un «maestro», che sappia ciò di cui si parla, che viva con i propri alunni un'esperienza squisitamente conoscitiva e che sia capace di una consapevolezza critica in continua crescita dentro il particolare dell'insegnamento disciplinare, e continuamente rinnovata e approfondita in ogni gesto, anche quando si muovono i primi passi di un percorso scientifico con bambini della scuola primaria. Allora l'operazione di scegliere percorsi adatti agli alunni, in base all'età e alle loro effettive capacità, non risulta un'operazione riduttiva, perché la garanzia è data dalla consapevolezza del maestro. Un termine questo che rischia di uscire dal nostro vocabolario, sostituito da termini quali esperto di un particolare ambito disciplinare, facilitatore di un processo, mediatore. Con questi termini si suggerisce un'immagine di estraneità e di tecnicismo per un'azione, quella dell'insegnare, che è per sua natura fondata su un rapporto: il rapporto tra docente e discente, all'interno della classe, che si costruisce nel solido terreno della materia insegnata.

Il testo che segue suggerisce un'impostazione.

«L'apprendimento [...] è un'appropriazione di strutture e di procedure che avviene attraverso la re-invenzione da parte di un soggetto; e l'attività del matematizzare si esplica e si realizza sostanzialmente quando il soggetto si appropria delle idee e delle strutture re-inventandole in modo attivo. [...] la re-invenzione deve essere guidata; e io vorrei aggiungere che la re-invenzione non può essere imposta, per un'ovvia contraddizione di termini. In questa guida alla re-invenzione, che è fondamento di appropriazione, sta la caratteristica principale del lavoro dell'insegnante, il quale deve costantemente trarre dalle sue conoscenze, e dall'osservazione di se stesso e dei discenti le regole per il proprio lavoro.» [4]

La parola «guidata» sottolinea la funzione indispensabile e insostituibile del docente; la parola «reinvenzione» sta a indicare che l'alunno deve poter vivere, in ambito scolastico e al livello che gli compete, lo stesso tipo di esperienza vissuta dallo scienziato quando si trova a formalizzare la propria esperienza, quindi costruisce il proprio linguaggio e acquisisce via via consapevolezza delle sue regole e delle sue strutture. Ma nell'atto dell'insegnare anche il docente reinventa il proprio sapere, rigiocandolo continuamente in un contesto nuovo.

La disciplina allora è il terreno su cui insegnante e discente possono rischiarsi in un'avventura educativa in quanto avventura conoscitiva. Occorre essere consa-

Marie Curie parla con Robert Millikan durante il Congresso di Fisica Nucleare (Roma 1931)



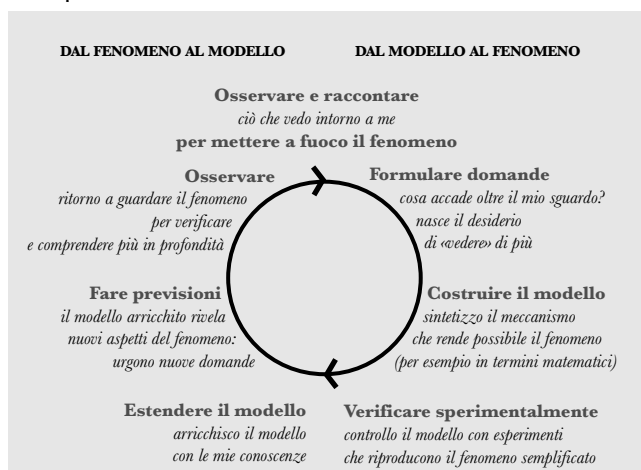
pevoli che ogni disciplina ha un suo specifico statuto e si costruisce su tre elementi fondamentali: linguaggio, metodo, contenuto, elementi che vanno distinti, ma che non sono separabili. La perdita di questa unità comporta il rischio di operazioni di tipo riduttivistico, che portano come conseguenza la riduzione del linguaggio a procedura, del metodo a un insieme di tecniche da applicare meccanicamente, del contenuto a informazione.

È importante sottolineare che c'è una sorta di «ricorsività» nel metodo delle scienze sperimentali, di cui è ben consapevole lo scienziato impegnato seriamente nel suo lavoro.

Osservando lo schema possiamo notare che si parte dall'esperienza del fenomeno per formulare domande significative; si procede individuando ipotesi interpretative che rendano ragione di quanto osservato, selezionando le risposte in base ai dati osservativi; sulla base del modello elaborato si formulano previsioni non contenute nei dati osservativi noti, secondo un procedimento logico del tipo: «se è vero che ... allora posso prevedere che ...». Infine, in base alle previsioni si progetta un esperimento che riproduca il fenomeno semplificato: l'esperimento è in un certo senso una «simulazione» per fare osservazioni in condizioni ottimali sul comportamento del modello, nel medesimo modo in cui si fanno osservazioni sull'oggetto reale indagato.

In questo percorso ricorsivo lo scienziato parte dal fenomeno naturale per ritornare a osservarlo, rivolgendo la propria attenzione agli aspetti nuovi rivelati dal modello, per verificare il modello e al tempo stesso comprendere il fenomeno più in profondità.

Didatticamente possiamo individuare una serie di attività coerenti con il metodo delle scienze sperimentali che favorisce il rapporto della persona con il mondo che la circonda e che hanno una forte valenza formativa: osservare la realtà che ci circonda, con attenzione a mettere in relazione oggetti e parametri (cogliere regolarità, differenze, modificazioni nel tempo e nello spazio); descrivere quanto si osserva con modalità che portano dalle forme verbali o illustrate all'uso del linguaggio numerico e più in generale matematico; astrarre nella fase di acquisizione del modello interpretativo; immaginare e progettare la simulazione-esperimento, per verificare le ipotesi interpretative avanzate; eseguire procedure sperimentali con l'uso di strumenti e la costruzione di apparati di misura; organizzare complessivamente il proprio modo di ragionare per distinguere i fatti dalle interpretazioni, costruire conoscenze ordinate e sistematiche, costruire gerarchie tra le conoscenze acquisite, arricchendo il proprio quadro concettuale;



La ricorsività nel metodo delle scienze sperimentali

acquisire ed elaborare il linguaggio disciplinare specifico.

La «ricorsività», propria del metodo sperimentale, suggerisce un'impostazione didatticamente efficace: la logica con cui costruire le tappe di un percorso non è lineare e progressiva (si potrebbe dire per accumulo), ma cambiando il punto di vista o il contesto si riprende il lavoro fatto proponendo passi ulteriori, per condurre nel tempo a una comprensione più approfondita dei fenomeni naturali oggetto di studio.

Nel corso degli anni si possono riprendere contenuti simili a livelli via via più complessi e con modalità diverse, favorendo il maturare in ogni alunno della consapevolezza del cammino realmente fatto e offrendo la possibilità di superare nel tempo eventuali difficoltà.

Anche l'attività sperimentale in senso stretto non può ridursi a attività manuale o ludica nel senso deteriore del termine; deve piuttosto essere mantenuta in un orizzonte conoscitivo, essenziale e semplice, ma non semplicisticamente riduttivo né meramente informativo.

Occorre garantire un «tempo» e uno «spazio fisico» perché questa attività abbia reali implicazioni a livello di formazione della persona. In primo luogo occorre disporre di un tempo adeguato in cui l'insegnante possa non solo «fare», ma anche «ragionare», in un dialogo serrato con ciascun allievo e con la classe, sulle intuizioni e le domande che emergono, inquadrandole, riformulandole in modo coerente, correggendo gli errori e valorizzando le idee, mostrando le tappe del cammino in ordine alla meta. In secondo luogo la parola «laboratorio» pur conservando la valenza metodologica che oggi le viene attribuita, nell'insegnamento delle scienze deve conservare la genuina accezione di spazio fisico, indispensabile, in cui si raccolgano tutti gli strumenti, i materiali, i sussidi, necessari per un insegnamento/apprendimento realmente sperimentale.

Per concludere

Mi sembra interessante ripercorrere le tappe di questa riflessione attraverso la lettura di un brano di un fisico contemporaneo, Victor Weisskopf, direttore del CERN di Ginevra dal 1961 al 1966, insignito della *National Medal of Science* nel 1980.

«[...] La scienza è parte della nostra cultura. Essa contribuisce al nostro piacere nel vedere, comprendere e ammirare il mondo intorno a noi, qualcosa che io amo chiamare la gioia della conoscenza, un senso di meraviglia nei confronti della natura. [...] La scienza è curiosità, scoprire cose e chiedersi il perché. Perché è così? Indubbiamente la scienza è l'opposto del nozionismo. La scienza pone le domande del perché e del come, e pertanto è un processo di formulazione di domande, non di acquisizione di informazioni. Dobbiamo sempre cominciare formulando domande, non dando

risposte. Dobbiamo creare interesse per le cose, per i fenomeni e per i processi. [...] per prima cosa si deve creare uno stato mentale che brama la conoscenza, l'interesse e la meraviglia. [...] poi dobbiamo aiutare i ragazzi a trovare la conoscenza, dando suggerimenti, guidandoli, suscitando domande [...]». [5]

Un testo forse noto al lettore, ma estremamente efficace, perché sottolineando aspetti cruciali del sapere scientifico indica al tempo stesso i punti irrinunciabili per una didattica delle scienze, in controtendenza rispetto alla mentalità che pervade la scuola, le case editrici di libri di testo e, purtroppo occorre constatarlo, le commissioni preposte al «rinnovamento» della scuola. In sintesi vorrei richiamare i punti salienti di una solida formazione scientifica, possibile riferimento per ciascun livello di scuola.

La centralità del rapporto docente/alunno, entrambi coinvolti creativamente in un'esperienza di conoscenza, riafferma la figura del docente come maestro, piuttosto che come facilitatore di processi o mediatore.

Una solida formazione concettuale, sia per il docente che per l'allievo, per il primo è garanzia di una creatività duttile e attenta alle caratteristiche (età, maturità, strumenti intellettuali) dei suoi alunni e per il secondo è garanzia di un apprendimento realmente personalizzato; chiaramente in controtendenza rispetto alla cultura pervasiva dell'immagine e della didattica che tende a esasperare gli aspetti informativi e ludici.

La costruzione paziente di una coscienza critica negli allievi e nel docente favorisce una reale personalizzazione, attraverso la consapevolezza dei passi che si compiono, imparando a «raccontare», non solo a descrivere e a registrare.

Infine l'abitudine a operare le giuste distinzioni, educando uno sguardo attento alle sfumature, permette di dare valore alle cose che ci circondano, per vincere la deriva del «tutto uguale», sinonimo del «tutto indifferente».

Dove trovare garanzie per un'impostazione di questo genere? Non certo in modelli astratti pedagogici e/o sociologici da applicare, ma nel confronto consapevole e serio con quelle che si possono ritenere le caratteristiche strutturali del sapere scientifico. ❖



Victor F. Weisskopf (1908-2002) il giorno del suo novantesimo compleanno

INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE

- [1] Eva Curie, *Vita della Signora Curie*, A. Mondadori, Milano 1938, pp. 291-293.
- [2] Isabelle Chavanne (a cura di), *Leçons de Marie Curie*, EDP Sciences, Les Ulis Cedex A 2003.
- [3] Albert Einstein, Leopold Infeld, *L'evoluzione della Fisica*, Boringhieri, Torino 1965, pp. 11; 15.
- [4] Carlo Felice Manara in: Hans Freudenthal, *Ripensando l'educazione matematica*, La Scuola, Brescia 1994, *Introduzione* pp. 11; 13-14.
- [5] Victor Weisskopf, *Il privilegio di essere un fisico*, Jaca Book, Milano 1994, p.40.
- [6] AA.VV., *La cultura scientifica nella scuola*, a cura di Mario Gargantini, Marietti 1820, Genova 2006.
- [7] Luigi Giussani, *Il rischio educativo*, SEI, Torino 1995.