

La pedagogia «non convenzionale» di Frank Oppenheimer, fondatore dell'Exploratorium, può tornare utile al Piano ISS?

Pietro Cerreta

Rete di Scuole - IIS "Maffucci" di Calitri – Associazione ScienzaViva

1. Il Piano ISS si sta avviando

In questi giorni d'autunno 2006 si stanno svolgendo in tutta l'Italia i preparativi per far finalmente partire il Piano «Insegnare Scienze Sperimentali» (ISS), pronto già da un anno. La circolare ministeriale, giunta alle scuole durante l'estate, è stata letta dai docenti e in tanti si sono lasciati coinvolgere dal suo messaggio di fondo: adoperarsi per trasformare l'insegnamento scientifico da teorico e spesso seccante, qual è, a dinamico, partecipato e sperimentale, quale dovrebbe essere. Sono lieto che l'idea di un Piano per muovere veramente la Scuola verso la scienza sperimentale abbia avuto origine dall'AIF, che è riuscita a coinvolgere altre associazioni d'insegnanti e il Ministero della Pubblica Istruzione.

Il Piano ISS prevede un'ampia partecipazione di docenti, ma prima di tutto li invita a proporsi. Gli Uffici Scolastici Regionali hanno già selezionato gli insegnanti che fungeranno da tutor, coloro, cioè, che si metteranno al servizio della loro scuola e di quelle limitrofe per familiarizzare i colleghi con le pratiche didattiche sperimentali.

Per i Gruppi di Pilotaggio Regionali, istituiti presso gli Uffici Scolastici, e che coordinano le attività del Piano, la selezione dei candidati a tutor non deve essere stata facile: pochi docenti infatti possono vantare curricula con le caratteristiche professionali desiderate dalla circolare ministeriale. E nelle scuole, specialmente elementari e medie, la consuetudine dell'insegnamento della scienza con modalità sperimentali è piuttosto limitata. Tuttavia, è rilevante che in tanti abbiano risposto, mettendosi in gioco e proponendo ai selettori le loro esperienze didattiche. Ed è inoltre sorprendente che ciò sia accaduto con una forte dose di entusiasmo. C'è da augurarsi che la freschezza e la genuinità di queste candidature non appassiscano a causa della tradizionale indolenza amministrativa che vige nella Scuola!

2. La scelta della pedagogia

In uno dei più recenti documenti ufficiali¹ ho letto che gli obiettivi del Piano ISS sono: «1) sostenere la formazione continua dei docenti, organizzati in comunità di pratiche e sostenuti da presidi territoriali, all'interno dei quali saranno chiamati ad operare insegnanti, che, dopo un training specifico, siano in grado di svolgere una funzione tutoriale, finalizzata a valorizzare e promuovere, tra i colleghi, esperienze formali e informali di formazione in ambito scientifico. I presidi territoriali potranno appoggiarsi a strutture già operanti presso Istituti scolastici, Università, Centri polifunzionali di servizio, Musei scientifici, Parchi, ecc. 2) dare concretezza all'autonomia didattica e di ricerca e sviluppo, contribuendo alla definizione di standard formativi per le discipline scientifiche, relativi a livelli di competenza da raggiungere progressivamente in una logica di curriculum verticale».

Non vi è, invece, alcun riferimento esplicito ad una pedagogia. E' come se le attività del Piano e i processi formativi di cui si parla non avessero bisogno di modalità educative ben definite e diverse da quelle finora adottate.

In realtà, la pedagogia di un'attività educativa spesso viene confusa con il complesso delle didattiche adoperate, perché tra pedagogia e didattiche c'è una stretta relazione. Confonderle, tuttavia, significa avere solo una debole consapevolezza della filosofia dell'insegnamento che si intende mettere in atto. Nel caso dell'ISS, non parlarne, mi è sembrato non aver voluto compiere una vera, profonda, riflessione sulle cause dei passati insuccessi dell'insegnamento scientifico.

¹Linee di Orientamento per l'adesione al Piano ISS e Avvio della Fase Sperimentale. Anno Scolastico 2006-2007. In: http://www.pubblica.istruzione.it/normativa/2006/allegati/all1_prot1355_06.pdf

Eppure la coincidenza dei cinquant'anni dalla prima costituzione, negli Stati Uniti, del Comitato del PSSC avrebbe potuto invogliare gli estensori del Piano a volgere lo sguardo all'indietro, per ripercorrere le fasi e le idee che hanno caratterizzato le sperimentazioni di vari progetti, specialmente quelli più famosi giunti in Italia negli anni sessanta e settanta. Evidentemente il collegamento al passato storico non è rientrato tra i compiti importanti da affrontare.

Bisogna, però, prendere atto che il Piano ISS nasce in condizioni di emergenza, come risposta urgente alla spaventosa prospettiva che l'Italia regredisca ancor più nella classifica delle nazioni sviluppate, per l'insegnamento scientifico sperimentale. In tali condizioni, probabilmente, non è facile trovare il distacco sufficiente per guardare al di là dell'immediato.

Le stesse condizioni di emergenza devono aver contribuito ad accelerare il riconoscimento di pari dignità all'apprendimento informale delle scienze. Negli obiettivi del Piano ISS, infatti, si parla di «esperienze formali e informali in ambito scientifico» senza distinzioni. In altri tempi, questa parità avrebbe suscitato certamente discussioni, considerati i differenti filoni culturali da cui si sono originati il formale e l'informale. Dobbiamo, dunque, rallegrarci che, anche se in modo piuttosto sbrigativo e per il momento solo sulla carta, sia finito l'ostracismo della Scuola ufficiale nei riguardi dell'apprendimento informale, cioè di quell'approccio ai fenomeni della natura con exhibit interattivi e con materiali di uso comune, detti impropriamente «poveri» e che molti definiscono nell'insieme «hands-on», un approccio che si è essenzialmente sviluppato nei «science center», cioè fuori dalla Scuola. L'«hands-on» è perfettamente coerente con i propositi del Piano ISS. Esso si basa sul «fare scienza» cominciando innanzitutto col mettere le mani sopra alle cose, azione indispensabile per compiere il primo, elementare, ma concreto, passo verso l'adozione di comportamenti sperimentali. Includere nel Piano ISS l'«hands-on» e, con esso, le attività esperienziali, induttive, fatte di prove e di riprove, non solo è stato, a parer mio, giusto e corretto, ma anche doveroso. Il problema è ora quello di interpretare e gestire questa raggiunta parità.

La scienza è stata per tradizione un'attività per iniziati. L'insegnamento della fisica, poi, è da sempre caratterizzato da una durezza spesso accompagnata dalla formula: «questa è la fisica: prendere o lasciare»². D'altra parte, se è vero che il concetto di paradigma e quello di dogma sono intercambiabili³, la scienza che avanza per paradigmi deve avere necessariamente dei periodi dogmatici. Non dimentichiamo che l'ingresso dei novizi all'interno della comunità scientifica ha sempre richiesto una buona dose di accettazione di concetti, pratiche e comportamenti che si giustificavano più nella prassi che con la logica. Rare, limpide, eccezioni non possono mutare la sostanziale verità di quanto detto. Perciò nella scienza, accanto alla ricerca creativa di alcuni, c'è stato sempre uno sfondo autoritario, a volte costituito da un tacito modo di fare senza tante spiegazioni. L'insegnamento formale è in un certo senso intimamente legato a questa tradizione, per altro ricca di tanti risultati. Esso ha richiesto che a scuola i ragazzi imparassero le formule e riuscissero a risolvere gli esercizi di fine capitolo, ma anche che sapessero affrontare correttamente la misura di variabili fisiche e che fossero in grado di destreggiarsi con le apparecchiature di laboratorio. Con il tempo, però, si è andata affermando una linea più teorica, secondo la quale era lecito lasciare il laboratorio ai soli studenti tecnici. E agli altri, cioè alla maggioranza, fossero sufficienti concetti, leggi e non molti esperimenti, forse solo alcuni, i classici. L'insegnamento formale di fisica è diventato negli ultimi vent'anni un insegnamento essenzialmente teorico, magari corroborato da simulazioni al computer.

Introdurre, ora, un nuovo modo d'insegnare, cioè invogliare i docenti a preferire l'insegnamento scientifico sperimentale è, dunque, innescare una vera rivoluzione. Una rivoluzione che tira in ballo anche le componenti pedagogiche che si erano affacciate nei campi della ricerca educativa degli ultimi anni, in particolare il cognitivismo, il costruttivismo e l'empirismo esperienziale.

Sorge ora la domanda fondamentale: chi è in grado di guidare questo processo? E le successive: L'autorevole studioso? Chi per anni ha svolto il suo compito di insegnante formale di laboratorio

² P. Cerreta, C.L. Toglia, "Interactive, Living and Vital Science", in G. Planinsic, A. Mohoric (eds), *Informal Learning and Public Understanding of Physics*, 3rd Int. GIREP Seminar 2005, Ljubljana p. 323-328

³ T.S. Kuhn, "La funzione del dogma nella ricerca scientifica" in S. Gattei (ed), *Dogma contro critica. Mondi possibili nella storia della scienza*, Cortina Editore, Milano, 2000, p. 3-32

nelle scuole tecniche? Chi ha resistito caparbiamente alla deriva teorica? Chi proviene da ambienti didattici pregni di empirismo professionale? Chi è completamente esterno alla tradizione scolastica formale?

Sembra che la soluzione trovata dal Ministero della Pubblica Istruzione sia quella di chiedere a ciascuna di queste persone il suo contributo specifico, ponendo poi il tutto in un grande contenitore. Una tale decisione, però, non esclude che possa insorgere nel futuro la contrapposizione di schemi pedagogici e la conseguente confusione nell'indirizzo. E' prevedibile, a parer mio, che nel corso del lavoro, appena iniziato, emergerà una nuova più nitida proposta che razionalizzi il Piano.

3. Frank Oppenheimer e la sua biblioteca di esperimenti

Con la mente rivolta a questi temi, vorrei contribuire anch'io al lavoro che si sta svolgendo in questo momento in Italia, presentando ai colleghi interessati alcuni temi della pedagogia di Frank Oppenheimer⁴, fondatore dell'Exploratorium di San Francisco, e principale ispiratore di quel grande movimento internazionale che si è proposto di aiutare la gente a comprendere i fenomeni della natura e le spiegazioni date dalla scienza.

A parer mio non è esistito altro fisico sperimentale ad alto livello che abbia realizzato tali e tanti progressi nell'insegnamento della scienza e che meriti di avere la medesima considerazione nel Piano ISS.

Frank Oppenheimer era il fratello minore di Robert, il padre della bomba atomica, e, fisico come lui, partecipò negli anni cinquanta e sessanta a varie sperimentazioni didattiche, comprese quelle del PSSC e dell'ESS. Egli fu anche il costruttore di centinaia di exhibit interattivi per l'Exploratorium, il museo della scienza più famoso del mondo, e ispiratore riconosciuto della moderna museologia interattiva. Oppenheimer si distinse per il suo atteggiamento pedagogico non convenzionale. Come si potrebbe definire altrimenti uno scienziato che afferma: «Molto spesso si parla del metodo scientifico, ma io credo che il modo con il quale si comprendono le scienze abbia molto in comune con il modo che si usa per comprendere qualsiasi cosa⁵»? Fu un uomo intelligente ma schivo. Ebbe una vita densa di imprevisti⁶, ma ricca di soddisfazioni per le mete raggiunte.

Seguendo le sue pubblicazioni e realizzando anche prototipi degli exhibit del suo Exploratorium, ho appreso più fisica da insegnante di quanta ne abbia appresa da studente all'università. Contemporaneamente ho avuto l'occasione di imparare dal suo esempio anche uno stile di insegnamento⁷. Si è concordi nel ritenere che il passo decisivo verso l'Exploratorium di San Francisco fu per Oppenheimer la Library of Experiments⁸, da lui realizzata presso l'università del Colorado. Alle matricole di fisica di quell'università, invece di mostrare un esperimento alla volta com'era tradizione, egli offrì una stabile collezione di apparecchiature già pronte per l'uso, dalla quale ognuna poteva scegliere un esperimento da eseguire sul posto, allo stesso modo in cui poteva prendere un volume da una biblioteca, sfogliarlo o leggerlo e riporlo.

4. L'esperimento come libro da sfogliare

Naturalmente Oppenheimer era ben conscio della differenza tra le due cose, eppure le apprezzava entrambe! Nella proposta di una Library of Experiments egli intendeva far corrispondere, per analogia, al sussidio fornito allo studente da una biblioteca, mediante la varietà delle nozioni contenute nei suoi libri, un sussidio «sperimentale», ugualmente vario ed efficace, da allestire in altri spazi dell'università. Lo studente universitario, che non era ancora in grado di realizzare esperimenti da solo, avrebbe potuto sfruttarlo per trarre conferma delle leggi che stava imparando a lezione. Quan-

⁴ New York, 1912 – Sausalito, California, 1985

⁵ F. Oppenheimer, "The Practical and Sentimental Fruits of Science", Exploratorium, *Fifteenth Anniversary Awards Dinner Speech*, Nov. 1984

⁶ Fu radiato dall'università perché accusato di attività antiamericane, nel clima di caccia alle streghe provocato dalla persecuzione Maccartista, alla fine degli anni quaranta. Fu riabilitato solo agli inizi degli anni sessanta.

⁷ P. Doherty, D. Rathjen, Exploratorium Teacher Institute, *Gli esperimenti dell'Exploratorium* (Exploratorium Science Snackbook), a cura di Pietro Cerreta, Zanichelli, Bologna, 1996

⁸ F. Oppenheimer, M. Correl, "A Library of Experiment", *Am. J. Phys.*, 32 (1964), p. 220-225

do ebbe questa idea, Oppenheimer aveva maturato, in altri ambienti, sufficiente esperienza didattica per essere consapevole di quanta importanza avesse per lo studente questo aiuto. Egli, infatti, non solo realizzò la sua biblioteca di esperimenti, ma si preoccupò che ci fosse una persona ad accompagnare lo studente, per mostrargli come funzionavano le apparecchiature lì esposte e il modo in cui questi avrebbe poi dovuto usarle da solo. Per far sì che lo studente avesse anche il tempo necessario per prendere confidenza con i fenomeni messi in gioco da quelle apparecchiature, pretese che l'esposizione fosse stabile e che alcuni degli esperimenti avessero addirittura un duplicato. La valenza pedagogica del prendere progressiva «confidenza» con gli esperimenti, a quel tempo, evidentemente non era considerata molto importante, mentre per Oppenheimer era basilare⁹. Fu questo il motivo per cui pretese che il cambio settimanale degli esperimenti di laboratorio non avesse più luogo. In questo modo lo studente avrebbe avuto la reale possibilità di rinforzare le proprie certezze con successive esplorazioni di esperimenti già esaminati.

Sofferamoci, per un attimo, ad analizzare le corrispondenze tra una biblioteca e quello che più recentemente è definita, usando un neologismo non troppo elegante, una «esperimentoteca». I libri, naturalmente, non vengono scritti al momento, devono trovarsi già lì, pronti sullo scaffale, e chi ne consulta qualcuno deve poter ritrovare facilmente l'informazione che cerca. Allo stesso modo, un esperimento deve essere già allestito, per essere eseguito con facilità¹⁰. Esso può essere considerato come un «libro della natura», un oggetto che possiede una sua unità tematica ma esprime molteplici aspetti, come d'altra parte il libro vero e proprio, basti pensare all'indice. Il risultato voluto, però, nel libro è determinato dalla capacità editoriale di chi lo pubblica, nell'esperimento dipende dalla abilità espositiva con cui l'apparecchiatura è stata concepita. L'esperimento, infatti, esprime un procedimento cognitivo nel quale si impara vedendo¹¹, toccando e manipolando.

Spingendo un po' più in là il paragone tra i due strumenti educativi osserviamo che, come il leggere un libro vuol dire affrontare una sequenza di parole, o meglio, un testo (*textus*, una tessitura di concetti o una trama avvincente), anche più volte, eseguire un esperimento vuol dire osservare una sequenza di eventi, cioè un fenomeno, che deve avere la possibilità di essere facilmente ripetuto. Ma mentre la prima è un'azione essenzialmente personale, silenziosa, riflessiva, la seconda è per sua natura pubblica e riesce meglio se è accompagnata dall'interpretazione di un esperto, cosa che avviene per lo più in forma orale. Ciò che però le accomuna è il fatto che entrambe hanno un inizio e una fine che le segmenta.

Tuttavia, non bisogna dimenticare che tra un libro come un manuale ed un esperimento c'è una differenza sostanziale. Il manuale, com'è noto, è una sintesi preziosa del sapere scientifico, in esso si riconosce l'intera comunità scientifica, ma non ha alcunché di empirico. Le sue formule matematiche sono capaci di interpretare non solo esperimenti già realizzati ma anche di prevedere i risultati

⁹ Come il girovagare in un bosco, osservando la natura. H. Heine, *The Exploratorium*, p. 6: «Oppenheimer frequentemente attingeva all'immagine della passeggiata nel bosco ...».

¹⁰ F. Oppenheimer, M. Correl, «A Library of Experiment», op. cit. p.220-221 : «Gli esperimenti della nostra biblioteca non sono progetti di ricerca e non abbiamo alcuna pretesa che lo studente sia condotto a scoprire le leggi della fisica o addirittura a provarle precisamente. Inoltre, poiché gli allestimenti sono già pronti, non possiamo pretendere che uno degli obiettivi didattici di questo laboratorio sia insegnare la tecnica di assemblaggio dell'apparato per un dato esperimento. Gli esperimenti, comunque, sono progettati affinché possano essere utilizzati sia come esercizi sia come dimostrazioni correlate al contenuto del Corso. In un certo senso essi possono rimpiazzare in parte o quasi per intero le dimostrazioni della lezione cattedratica, sebbene dal nostro punto di vista ciò non è né necessario né desiderabile. Il grande vantaggio, se intesi come dimostrazioni, è che lo studente si trova in un rapporto molto più intimo con l'apparecchiatura rispetto a ciò che accade in un'aula molto grande e può vedere direttamente come si coordinano le componenti dell'apparato nella produzione del fenomeno. Inoltre, eseguendo la dimostrazione direttamente o all'interno di un piccolo gruppo, egli può più facilmente comprendere gli aspetti quantitativi del fenomeno. Gli esperimenti servono anche come esercizi che sono assegnati sotto forma di problemi: per stimolare la riflessione da parte dello studente e renderlo più familiare con la struttura della fisica. Sebbene non sia la scoperta il principale obiettivo dei nostri esperimenti, essi contengono elementi di scoperta analoghi a quelli di problemi ben progettati...»

¹¹ Come impariamo? Come riusciamo ad afferrare immediatamente il significato delle azioni degli altri? Sono stati individuati dei neuroni (i neuroni specchio) dotati di una sorprendente proprietà: si attivano sia quando compiamo una data azione in prima persona sia quando vediamo che altri la fanno. Cfr: G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai. Il cervello che agisce i neuroni specchio*, Cortina, 2006

di tutti i possibili nuovi esperimenti, senza che vengano neppure eseguiti. Tanto è vero che esso, testo scolastico o trattato universitario, nella pratica quotidiana è normalmente visto come strumento che può benissimo fare a meno dei fenomeni da cui si è originata la sua esistenza. La sua struttura è lineare, secondo la logica che lo ordina, il suo linguaggio è matematico e la sua aspirazione è la completezza. Un manuale dista dagli esperimenti con quel divario che avvertiva Faraday, notoriamente uno dei più grandi sperimentatori dell'800, allorché chiedeva preoccupato a Maxwell se, dopo essere giunti ai «geroglifici» delle formule matematiche, fosse possibile tornare indietro, cioè al linguaggio di tutti i giorni, per fare esperimenti¹².

5. Gli esperimenti come opere d'arte

Ma questa distanza oggettiva non fu da ostacolo all'idea di Oppenheimer. Come una biblioteca di libri si sostanzia di una collezione di segmenti testuali, così una «esperimentoteca» può ben consistere di una collezione di apparecchiature per fenomeni distinti. Se si scorrono i sessantacinque titoli elencati da Oppenheimer¹³ nel suo articolo sulla Library, si nota che si tratta di unità quasi «atomiche», cioè piccoli universi di conoscenze da non frammentare in parti più elementari, pena la perdita del loro valore scientifico, ma anche estetico. Infatti, ogni fenomeno, nel mostrare qualcosa, è valutabile anche secondo la sensibilità estetica. Ad esempio: la riflessione, la rifrazione e l'interferenza delle onde sono fenomeni dell'ondoscopio così sorprendenti, per le loro increspature dinamiche, che sembrano sculture cinetiche, da non potersi più dimenticare. Quando Oppenheimer, negli anni immediatamente successivi, visitò i musei scientifici europei e si pose il problema di creare qualcosa di simile negli Stati Uniti, la Library of Experiments da lui già sperimentata con successo costituì il riferimento più immediato per il suo proposito. Da essa e dall'educazione artistica da lui ricevuta in ambiente familiare ebbe l'indicazione che i fenomeni di una tale «biblioteca» potessero aspirare a candidarsi come opere d'arte di un museo, cioè come quadri o statue. Da questa idea nacque l'Exploratorium¹⁴, da lui poi definito *museo di scienza, arte e percezione*.

A mio parere, Oppenheimer con la Library of Experiments aveva realizzato un primo esempio di relazione tra l'insegnamento teorico delle leggi della fisica e il loro apprendimento esperienziale, in un contesto del tutto formale, quale è l'università. Pare che l'iniziativa di Oppenheimer contagiasse anche altre università negli Stati Uniti, ma non ho trovato tracce concrete della sua diffusione. Non ho notizia nemmeno di suoi effetti in Italia. All'Università di Napoli, ad esempio, presso la quale giunsi poco dopo come matricola, non c'era nulla di simile. Vi trovai solo un laboratorio di misure di fisica, una materia detta anche «fisichetta» per diminuirne il valore, che nulla aveva a che fare con le lezioni che il professore di Fisica Generale stava svolgendo.

6. Non si può imparare a nuotare fuori dall'acqua.

E' notevole, però, che l'esperienza di Oppenheimer presso l'Università del Colorado trovasse sbocco non più nel contesto formale in cui era nata, ma in altro ambito, quello dei musei, come abbiamo accennato in precedenza. Questo passaggio la dice lunga sulla sua reale compatibilità, in quel momento storico, con il sistema scolastico americano. Nel documento *A Rationale for a Science Museum*¹⁵ (nel seguito *Rationale*), ossia nella giustificazione logica al suo progetto di Exploratorium, preparata nel novembre 1968, Oppenheimer riprendeva la linea della sua Library allorché ribadiva: «Spiegare la scienza e la tecnologia senza il sostegno di fatti concreti può assomigliare al tentativo

¹² Da una lettera di Faraday a Maxwell del 13 novembre 1857 «Una cosa avrei piacere di chiederle. Quando un matematico impegnato nell'indagare delle azioni o dei risultati propri della fisica ha raggiunto certe sue conclusioni, queste ultime non potrebbero essere espresse nel linguaggio comune con la stessa completezza, chiarezza e carattere definitivo che hanno nella formulazione matematica? Se è così, non sarebbe un grande vantaggio per persone come me esprimerle in questo modo, traducendole dai geroglifici in cui sono formulate in qualcosa su cui possiamo lavorare per mezzo di esperimenti?».

¹³ F. Oppenheimer, M. Correl, "A Library of Experiment", *op. cit.*

¹⁴ L'*exhibit interattivo* dell'Exploratorium vuole essere la sintesi di arte e scienza.

¹⁵ F. Oppenheimer, "A Rationale for a Science Museum", Appendix 1 in H. Hein, *The Exploratorium*, *op.cit.* p. 217-221

di raccontare a qualcuno cosa sia il nuotare senza metterlo mai vicino all'acqua»¹⁶. Per far «nuotare» le persone nell'«acqua» dei fatti concreti della scienza il modo migliore per Oppenheimer era quello di immergerle letteralmente nei fenomeni della natura per far loro toccare, vedere, manipolare oggetti e seguire ciò che accade. In tal modo egli era convinto che dentro la loro mente la curiosità latente, che tutti abbiamo, crescesse e favorisse la confidenza con i fatti della natura. Seguendo la metafora, a mio parere, ciò avrebbe aiutato la gente a non aver paura di «affogarvi». Infatti tutti hanno sperimentato questa paura, la paura cioè di non riuscire a comprendere, di un ostacolo che blocca lo sviluppo della naturale passione conoscitiva di ognuno. E questa paura scaturisce, seguendo il pensiero di Oppenheimer, dall'obbligo di seguire piste cognitive che non si confanno alle domande spontanee che le persone si pongono. Ciò che esse non capiscono, in genere, non è il fenomeno, ma la spiegazione. Oppenheimer temeva tutto ciò che costituisse un obbligo, un percorso, un'ideologia, una tesi filosofica da applicare. Egli aspirava a fondare un museo, lo scriveva nel *Razionale*, in cui non ci fosse alcun itinerario stabilito tra gli oggetti esposti. Non voleva un museo ispirato ad un manuale. Il visitatore doveva essere libero di scegliere tra gli exhibit il percorso che meglio preferiva, il più attraente, il più intrigante, il più appagante.

Se un exhibit non risultava degno di attenzione, il visitatore doveva poterlo trascurare per passare ad un altro più interessante: in altri termini egli aveva il diritto di apprendere quel che gli piaceva, quando gli piaceva. Al giorno d'oggi, le idee di Oppenheimer sembrano condivisibili, ma solo se attuate nei musei, in luoghi in cui si impara in modo informale. Sembra utopistico realizzare a scuola qualcosa di analogo. E lo è davvero, se il compito della scuola è ancora quello di seguire un programma strutturato secondo il manuale, la cui natura, lo abbiamo visto, è quella di cristallizzare, nel suo ordine statico, la vivacità di risultati scaturiti da centinaia o migliaia di esperimenti, annullandone addirittura la successione storica¹⁷.

Ma se il compito della scuola è quello di offrire la possibilità di comprendere la natura attraverso l'esperienza diretta, le idee di Oppenheimer possono essere opportunamente accolte. La scuola allora può essere organizzata come un mini science center¹⁸, cioè con una fisionomia ben nota anche in Italia, poiché i science center svolgono un ruolo educativo in varie città italiane e, in parte, competono con quello della scuola stessa¹⁹. Sarebbe un insegnamento ricalcante la Library di Oppenheimer, centrato sugli alunni, perché l'esplorazione e la scoperta di exhibit interattivi o l'esecuzione di altre attività hands-on sarebbe affidata alla loro intraprendenza, mentre ai docenti sarebbe assegnato il compito di connettere, con le loro lezioni, gli exhibit da loro scelti come punti di partenza e punti di arrivo «sperimentali». Questo è infatti il significato dell'apprendere per problemi e non per «dogmi». Non è tanto la risposta giusta quel che rende importante il sapere sviluppato in questo modo, ma la domanda che la produce; anzi il momento più avvincente della ricerca delle spiegazioni è quando la risposta è proprio un'altra domanda²⁰. D'altra parte, i mini-curricoli costruiti intorno ad ogni exhibit potrebbero essere interconnessi, come afferma Oppenheimer, con una ragnatela²¹ molto simile a quella a cui ci stiamo abituando con internet.

Tuttavia c'è una sottile minaccia che insidia la corretta applicazione di questo modello educativo. Mentre quasi tutti i science center si ispirano all'approccio percettivo di Oppenheimer, sempre più spesso si dà il caso di osservare docenti che, affascinati dagli esperimenti visti nei science center, li vorrebbero far rientrare nel letto di Procuste del vecchio schema manualistico. Questi docenti, pur essendo finalmente giunti al riconoscimento della priorità dell'esperienza diretta, vorrebbero però

¹⁶ E' curioso che un fisico come Oppenheimer parafrasasse il filosofo idealista Hegel: «*Voler conoscere dunque prima che si conosca è assurdo, non meno del saggio proposito di quel tale Scolastico [di quel tale filosofo medievale] di imitare a nuotare prima di arrischiarsi nell'acqua*». Hegel così prendeva in giro Kant, per la sua pretesa di discutere della conoscenza, prima dall'azione stessa del conoscere, con le famose categorie «a priori».

¹⁷ T.S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, 1969, p. 19-20

¹⁸ P. Cerreta, "Putting the phenomena of nature in the hands of children", in M. Michelini, S. Pugliese Jona (eds.), *Physics Teaching and Learning*, Forum, Udine, 2005, p.195-201

¹⁹ P. Cerreta, A. Maffucci, C.L. Togliola, *Scienza Viva e Interattiva*, Tip. Pannisco Calitri, 2004

²⁰ E. Klages, *When the right answer is a question*, The Exploratorium, 1995

²¹ F. Oppenheimer, *Exhibit Conception and design*, in F. Oppenheimer and the staff of the Exploratorium, *Working Prototypes*, op. cit. p. 5-16

preordinare nella mente degli alunni, con mappe concettuali aprioristiche e disancorate dagli effettivi molteplici processi di apprendimento, i concetti di base e le leggi della fisica, quasi che essi siano una realtà preesistente, platonicamente vera.

7. L'approccio percettivo ed esperienziale

Nell'Exploratorium, l'insegnamento di Oppenheimer, invece, intendeva percorrere altre strade. Ciascuna persona aveva diritto a processi di apprendimento costruiti autonomamente. Pur cominciando tutti dal rapporto sensoriale della persona con i materiali, cioè dal contatto con le cose, questi processi dovevano poi evolvere nella sua mente nel modo che questa meglio gradiva. Gli obiettivi educativi non erano, però, differenti da quelli di un qualsiasi corso di fisica: conoscere le forze fondamentali della natura, capire le trasformazioni dell'energia, indagare la struttura della materia, comprendere la grande famiglia dei fenomeni ondulatori, ecc.. Evolvendo fuori da strutture cognitive rigidamente preordinate e dipendendo essenzialmente dall'esplorazione dei fenomeni, l'apprendimento sarebbe stato frutto dell'esperienza che la persona andava compiendo sul campo. Nessun prerequisito sarebbe stato necessario, se non la voglia d'imparare.

Semper, che fu il più stretto collaboratore di Oppenheimer nell'Exploratorium, scrive: « Spesso i visitatori, usando uno degli exhibit di Frank, scoprivano qualcosa di diverso da ciò che egli aveva voluto mostrare. Ma egli non se ne dispiaceva. Ciò che per lui contava era che essi avessero imparato (almeno) qualcosa, avessero notato qualcosa, avessero preso confidenza con le loro osservazioni. Ciò che esattamente imparavano era di minore importanza»²².

Per Oppenheimer, dunque, la corretta comprensione dei concetti scientifici e delle leggi non era l'obiettivo primario. Era più importante che la persona entrasse in un contesto empirico, si misurasse con i diversi exhibit messi sulla sua strada e progredisse riflettendo secondo le sue modalità di pensiero e non quelle di chi già conosceva le spiegazioni. L'apprendimento vero e proprio sarebbe fatalmente arrivato, probabilmente in occasioni successive!

Non un «mondo Iperurano», quindi, in cui concetti scientifici e leggi vanno contemplati da lontano, come spesso accade nell'insegnamento tradizionale, ma una procedura basata sull'esperienza personale, la quale, pur non coincidendo subito con quella sperimentale vera e propria, ne è la premessa indispensabile. Infatti, è piuttosto difficile diventare veri scienziati sperimentali senza aver fatto esperienze dirette! E ciò vale anche per gli alunni che non nutrono ambizioni universitarie e per i comuni cittadini che, della scienza, vogliono farsi solo un'opinione, come i tanti visitatori dei science center. Esso fornisce loro un assaggio piccolo, ma piacevole, di cosa sia la ricerca scientifica. Ho provato più volte, negli ultimi vent'anni, quanto intensa sia la gioia che prova una persona comune o un alunno alle prime armi allorché capisce di aver afferrato le ragioni profonde di un fenomeno e di poterlo controllare. Come Oppenheimer, quindi, anch'io mi «sono convinto che ognuno...nel profondo, abbia voglia di partecipare alla crescente e sempre più coerente consapevolezza della natura, cioè al premio tradizionalmente riservato agli scienziati e agli artisti, sentendosi a suo agio»²³. Credo che sarebbe importante che ce ne convincessimo tutti, ma in modo particolare chi, lavorando per il Piano ISS, deve affrontare la varietà delle vocazioni allo studio degli alunni che gli sono stati affidati.

Nell'Exploratorium, per favorire questo approccio, Oppenheimer costruì apparecchiature ad hoc, gli exhibit interattivi. Mediante queste apparecchiature, la persona stabilisce un rapporto bilaterale, interattivo appunto, con le cose che tocca e che vede, diventando protagonista diretto di una sua dinamica di scoperta. L'insegnante che vuole sfruttarle non deve fare altro che inserirsi opportunamente in questa dinamica, come guida discreta ma sicura per i suoi alunni, come abbiamo visto a proposito della Library of Experiments. L'esito di questa azione può benissimo essere il raggiungimento di obiettivi curriculari specifici, precisamente scolastici.

²² R.J. Semper, "Introduction", in F. Oppenheimer and the staff of the Exploratorium, *Working Prototypes.*, op. cit. p.2

²³ F. Oppenheimer, "Everyone Is You...Or Me." *Technology Review*, Volume 78, Number 7 (June 1976)

La docile sottomissione degli exhibit alla curiosità della persona che esplora, poco importa che se adulto o bambino, istruito o ignorante, fa sì che essi siano una risorsa pedagogica universale. Ecco perché un science center può rivolgersi ad utenti di varie età, senza alcun problema.

Ma si possono ottenere gli stessi risultati anche usando i materiali «poveri», quando la costruzione degli exhibit risulta troppo complessa. L'importante è conservare il procedimento esplorativo di Oppenheimer. Naturalmente, in questo, il docente deve evitare di pretendere dagli alunni il linguaggio dell'esperto e una formalizzazione a tutti i costi. Alcuni teorici dell'educazione che mi è capitato di incontrare, vorrebbero invece che anche i bambini usassero subito e correttamente i concetti scientifici che solo gli studi superiori possono costruire con precisione. Altri vorrebbero creare una gerarchia di materiali e una distinzione di pedagogie da attuare a seconda delle fasce scolari, seguendo ciecamente la struttura cognitiva del libro di testo, che non è quasi mai un libro di esperienze. Oppenheimer non sarebbe stato d'accordo con loro.

8. Avrei voluto che la scienza mi fosse stata insegnata così quando ero ragazzo

L'atteggiamento di Oppenheimer differiva notevolmente da quello spesso arrogante - secondo Semper - del professore universitario di fisica²⁴ o del docente di materie scientifiche, ingessato nel suo paradigma.

Egli era consapevole di aver innescato una rivoluzione educativa che sfidava alle radici la rigidità della scuola tradizionale: « Credo che l'Exploratorium ... alimenti il desiderio di capire, specialmente nei giovani. Sento che questo avviene, quando ascolto qualche visitatore adulto che mi dice "Avrei voluto che la scienza mi fosse stata insegnata così quando ero ragazzo"...²⁵». Il rischio che oggi si corre è che, nonostante l'enorme produzione pedagogica realizzata dall'Exploratorium in circa quarant'anni, qualcuno si senta autorizzato ad ignorarla, come se non riguardasse la problematica del Piano ISS. Volgendomi intorno, non mi pare di scorgere professionisti di didattica scientifica disposti a riflettere profondamente su quell'«avrei voluto che la scienza mi fosse stata insegnata così quando ero ragazzo», né docenti pronti alla sfida con i ragazzi di oggi. Ho l'impressione che il modello dell'Exploratorium non sia sconosciuto, che venga talvolta copiato, ma non venga preso sul serio.

Ad esempio, non sento parlare di Oppenheimer come modello di docente di fisica, vicino alla gente semplice e agli alunni in difficoltà. Probabilmente pochi realmente sanno che egli andava alla ricerca di piccole cose, minimi particolari pur di intrigare le persone, invogliandole a cercare spiegazioni.

Amava la gente, amava ogni persona, alla quale riconosceva la libertà di possedere gusti singolari. Non era pretenzioso né presuntuoso per ciò che sapeva fare: non avrebbe mai costruito intorno a sé un culto della personalità. Scrive Semper a tal proposito: «Questa mancanza di presunzione era cruciale nel rendere gli exhibit accessibili e coinvolgenti. Egli amava i dettagli: il tatto di una leva, le figure colorate in una pellicola di sapone, il particolare crescere di altezza del suono di una biglia di acciaio saltellante su una lastra di metallo»²⁶. La cura di questi dettagli, secondo lui, era importante quanto gli aspetti pedagogici generali di un exhibit. Abituarsi a questo atteggiamento, è ciò che ho imparato da lui, significa rendere l'esperimento estremamente efficace. Il suo orizzonte operativo - in un'epoca in cui non si era ancora sviluppato l'uso del computer e della telematica - era quello di una bottega artigiana. Egli, infatti, ne aveva creata una nell'Exploratorium, visibile a tutti i visitatori, in cui il suo staff realizzava gli exhibit. Il Piano ISS potrebbe proporre un'iniziativa del genere in ogni scuola. Si recupererebbe così l'uso della mano, che ci differenzia dagli altri animali²⁷, e che rischia di diventare l'ultimo obiettivo pedagogico della scuola moderna.

La bottega artigiana è fatta di frese e torni, di saldatrici e di forge, oltre che di martelli, tenaglie e pinze. L'aver ridotto le nozioni scolastiche di tecnologia a puntine da disegno, plastilina, scotch o

²⁴ *ibidem*

²⁵ F. Oppenheimer, "Everyone Is You...Or Me", *Technology Review*, Volume 78, Number 7 (June 1976)

²⁶ R.J. Semper, "Introduction", in F. Oppenheimer and the staff of the Exploratorium, *Working Prototypes.*, op.cit., p. 3

²⁷ «L'uomo non è dotato di una saggezza maggiore di quella di altri esseri..., ma l'uomo è incorso in una sorte migliore avendo avuto il dono della mano» Giordano Bruno, *De monade, numero et figura*, 1590

colla e cartoncini, come è accaduto da tempo nella nostra Scuola, è stato come suggerire agli alunni di nuotare in una vasca da bagno, usando ancora la metafora di Oppenheimer.

Gli attrezzi artigiani richiedono la conoscenza di materiali come il ferro, il rame, il plexiglas, il legno, ma anche di oggetti quali calamite, lampade, batterie, lenti, motorini, ecc. che sono parti importanti di tutte le attività sperimentali. Esigono, inoltre, la pedagogia tipica dell'artigiano, cioè l'apprendistato, un altro aspetto che dovrebbe trovare la giusta valorizzazione nel Piano ISS. Per far questo, non c'è niente di più efficace che la conoscenza personale di fabbri, di falegnami, di ramai e di tecnici in genere, più che di persone provenienti esclusivamente dall'ambiente formale. In definitiva, non si può insegnare scienze sperimentali senza avere rapporti con chi fa cose concrete, non si può fare scienza senza «sensate esperienze»²⁸.

9. La tradizione dell'AIF

La ricca umanità di Oppenheimer aveva un notevole impatto su tutti, in particolare sulla gente umile, perché rivelava nei fatti il suo credo nella scienza come processo di emancipazione umana. L'ispirazione strategica del Piano ISS non mi sembra distante da questo nobile proposito, che richiama i docenti di materie scientifiche, specialmente quelli di fisica, alla loro vera missione.

«Se la gente sente di capire il mondo intorno a sé, o, probabilmente, se ha anche appena la convinzione di poter capire se vuole, allora e solo allora - diceva Oppenheimer - è anche in grado di diventare protagonista, mediante le sue decisioni e mediante le sue attività. Senza questa convinzione la gente vive usualmente con il senso di essere eternamente comandata da eventi e da forze estranei»²⁹. Vorrei tanto che queste parole toccassero il cuore di quei docenti di fisica che, invece, trasmettono ai loro alunni solo angoscia e frustrazione per non aver capito gli argomenti di studio, per non aver visto alcun fenomeno, per non aver toccato alcuna apparecchiatura!

C'è, invece, una tradizione nell'AIF, uno stile sperimentale accattivante e mite, a cui va la mia mente quando riflette su questi argomenti. Essa è stata tracciata da diversi docenti, dei quali ricordo principalmente: Francesco Dalla Valle, che collego all'entusiasmante esperienza italiana del PSSC, Silvia Pugliese Jona, dalla quale ho appreso l'esemplare didattica con le cose di tutti i giorni, Vittorio Zanetti, che mi ha mostrato l'utilità dei giocattoli per capire le leggi della fisica, e Marisa Michelini che ha avuto il merito di intuire che l'AIF potesse imparare la museologia interattiva sperimentale dal Deutsches Museum³⁰. Mi sorprende notare che questa tradizione, che proviene da un percorso completamente autonomo, sia sostanzialmente coerente con la filosofia educativa di Oppenheimer: «il modo migliore di imparare è spiegare agli altri, il miglior modo di insegnare è di continuare ad imparare e ciò che conta alla fine è di aver avuto un'esperienza vissuta e condivisa con gli altri»³¹.

Non sarebbe sbagliato, a parer mio, che l'ISS facesse riferimento a tale tradizione, invece di aprire le porte a procedure educative che mi appaiono senza alcun retroterra preciso. Sarebbe anche giusto rispettare, in tal modo, la priorità culturale dell'iniziativa dell'AIF in questo Piano. Non sarebbe neppure sbagliato che facesse altresì riferimento a personalità come l'americano Paul Doherty dell'Exploratorium Teacher Institute, l'inglese Ian Russell³² e ad altri che, dall'ambiente dei science center, offrono ai docenti di tutto il mondo concreti e validi punti di appoggio per il loro aggiornamento sperimentale. Mi piacerebbe che la stessa considerazione avesse anche ScienzaViva, l'Associazione

²⁸ Ma anche «certe dimostrazioni», beninteso, come voleva Galilei. Si noti, inoltre, che Francesco Bacone, già ai suoi tempi, auspicava un empirismo capace di razionalità. Tra le formiche «empiriste», che ammassano per poi consumare e i ragni «razionalisti» che tirano fuori da se stessi la loro tela, il filosofo inglese preferiva le api che estraggono la materia prima dai fiori ma poi la elaborano al loro interno trasformandola in miele. F. Bacone, *Novum Organon*, I, 92, in De Mas, *Opere Filosofiche*, Laterza, Bari, 1965

²⁹ F. Oppenheimer, "Everyone Is You...Or Me." *Technology Review*, *op.cit*

³⁰ Devo a lei e a Fabio Bevilacqua la scoperta di questo museo che fu altrettanto importante per Oppenheimer, infatti fu lì che egli scoprì l'interattività. Cfr. H. Hein, *The Exploratorium. The Museum as a Laboratory*, Smithsonian Institution, 1990.

³¹ G. Delacôte, "Putting Science in the Hands of the Public", in *Science*, Vol 280, 1998, 2055-56.

³² Si visitino i siti molto ricchi di suggerimenti di Paul Doherty http://www.exo.net/~pauld/site_map.html e di Ian Russell http://www.interactives.co.uk/home_hands.htm

di cui sono il Presidente, che svolge un servizio ai docenti del tutto originale, come un *grassroots movement*³³.

³³ P. Cerreta, A. Maffucci, C.L. Toglia, *Scienza Viva e Interattiva*, *op. cit*