

Cultura scientifica e formazione degli insegnanti

Franco Blezza¹

Sunto. La cultura scientifica, se viene mediata attraverso un'adeguata riflessione pedagogica e metodologico-didattica, può costituire un componente essenziale della formazione dei docenti, della loro professionalità e del relativo esercizio. Essa va maturata attraverso l'effettiva pratica della ricerca scientifica, sia di base che applicata, sia di scienze logico-matematiche e formali che di scienze empiriche della natura che di materia tecnica. Si esemplificano quattro aspetti di grande attualità del dibattito nel merito: la metodologia della ricerca scientifica, il procedere per problemi, la teoria dei sistemi e la didattica concepita e trattata come scienza

Parole chiave: pedagogia, educazione, didattica, scienza, metodologia

Abstract. Scientific culture, if mediated through an adequate pedagogical and methodological-didactic reflection, can be an essential component of the teachers' education, of their professionalism and their exercise. It is to be nurtured through the actual practice of scientific research, both basic and applied, as far as logical-mathematical, formal and empirical sciences of nature regard as well as of technical matters. Herewith four aspects of great relevance in the present debate are exemplified: the methodology of scientific research, proceeding by problems, the systems theory and teaching conceived and dealt with as a science.

Keywords: pedagogy, education, didactics, science, methodology

1. Contestualizzazione storica e posizione del problema

In Italia, dopo la fine anticipata della brevissima XI legislatura repubblicana (1992-1994), le istituzioni parlamentari e governative e

¹ Di.L.A.S.S. – Università “d’Annunzio” – Chieti Italy; e-mail f.blezza@unich.it.

la vita politica in generale sono andate incontro ad un complesso di trasformazioni profonde e frenetiche, e il tutto è stato convenzionalmente denominato "seconda repubblica". Questa transizione ha lasciato interrotto e non compiuto un processo di lenta e graduale riforma della scuola che era in corso dai primi anni '70, e ha dato l'avvio ad un complesso di tentativi di riforme organiche della scuola corrispondenti alle successive alternanze tra maggioranze di centrodestra, maggioranze di centro-sinistra e governi tecnici. Un tale avvicendamento politico ed ideologico ha avuto tempi troppo stretti perché qualsiasi riforma potesse compiere i suoi cicli necessari, e probabilmente non è ancora terminato. Queste politiche ministeriali sono sempre state caratterizzate, presso tutti gli schieramenti, da riferimento ad intellettuali d'area o politicamente od ideologicamente organici, e mai alle comunità scientifiche dei pedagogisti e dei didatti.

Ogni operazione di riconducimento dei successivi testi normative a principi pedagogici e didattici finisce quindi per diventare obsoleta ben prima di poter avere qualunque conseguenza positiva e pratica.

Il che, ovviamente, non significa che il contributo della pedagogia e della didattica odierne alla scuola e agli insegnanti sia meno realistico e meno profittevole, ma che semmai tale contributo deve essere prestato su un altro piano: dobbiamo impegnarci, ad esempio, nella metodologia scientifica applicata alla pedagogia della scuola e alla didattica, che informa l'esercizio professionale dell'insegnante non in dipendenza alle cornici normative ma semmai incontrando l'esigenza di una professionalità avanzata che comunque attraversa e in qualche modo presiede a qualunque vicenda di riforma scolastica.

Lo scopo di questo contributo sarà riepilogare una serie di *strumenti concettuali ed operativi* che la *cultura e la metodologia scientifica* possono offrire alla formazione dei docenti, alla loro professionalità e al relativo esercizio. Si tratterà di un contributo fortemente indicato per qualunque competenza disciplinare.

2. Il peso permanente di un'eredità recente

In Italia è tutt'ora difficile anche solo l'affermare il valore culturale, cognitivo e pedagogico delle scienze formali logico-

matematiche, delle scienze empiriche della natura e della materia tecnica: un valore assolutamente analogo a quello delle altre compartimentazioni del sapere. La “gerarchia dei saperi”, asserita senza alcuna giustificazione realistica dai neo-idealisti di destra italiani a cavallo tra '800 e '900, e fissata in ordinamento scolastico dall'unica riforma organica della scuola che si sia avuta in tutta la storia dell'Italia unitaria fino agli ultimissimi decenni, cioè la riforma Gentile del 1923 (I governo Mussolini, in regime di pieni poteri, riforma definita dallo stesso Mussolini “la più fascista di tutte”), mantiene le sue conseguenze. Si tratta, prima di tutto, di capire che tutti i saperi sono atti d'esercizio dell'unica altissima facoltà umana che è la creatività per rispondere a problemi umani, atti che si distinguono solo per metodologie tra le quali non ha alcun senso creare gerarchie.

Le scienze formali, quelle empiriche e la materia tecnica, sono umanistiche a pieno titolo come i saperi dell'area letteraria, storica e filosofica. Semmai, può non essere altrettanto immediato cogliere l'uomo che c'è in una centrale elettrica o in una formula matematica, chimica o fisica come in una poesia o in un saggio filosofico o critico: proprio questo evidenzia la necessità di un contributo della scienza e della materia tecnica alla pedagogia e alla didattica come esse si attuano nella formazione e nella professionalità dei docenti.

A chi obiettasse con richiami a pretese tradizioni storiche e culturali nazionali, faremmo osservare che si tratta solo di una ben precisa eredità dell'ultimo secolo, e che invece le nostre tradizioni sono ben più ricche e multidimensionali: basterebbe studiare che cosa sia stato il Liceo Ginnasio ottocentesco, dono dei Lumi, della Rivoluzione Francese, di Napoleone e del Liberalismo risorgimentale, scuola di promozione agli studi universitari di strati più ampi della popolazione, a differenza dell'elitario Liceo Classico gentiliano; o il valore sociale e di promozione dei ceti emergenti che ha avuto l'indirizzo tecnico fino alla riforma Gentile; o la felice intuizione ottocentesca di puntare sulla metodologia per la formazione dei maestri nelle Scuole Normali, prima che Gentile vi sostituisse un Istituto Magistrale di cultura letteraria senza il Greco.

Anche per questo, appare chiaro che *historia magistra vitae*. Un'indagine storiografica seria non avrebbe difficoltà a delineare il carattere riccamente composito delle nostre tradizioni, e ad inquadrare la riforma Gentile nel suo particolarissimo contesto storico.

3. Il riferimento di fondo

Nella letteratura sul tema dagli anni '70 hanno avuto un ruolo importante l'epistemologia, in particolare il Razionalismo Critico di Karl R. Popper e dei suoi allievi italiani, e un complesso di autori internazionali ispirati a relativismo storico [1]. Il primo riferimento ha una particolare ricaduta nel campo delle scienze umane e sociali, alle quali si può applicare una teoria del metodo scientifico unica [2] [3].

In realtà, per chi si muova in una dimensione pedagogica (sia scolastica e istituzionale che sociale), il riferimento fondamentale rimane il *Pragmatismo* (C.S. Peirce, W. James, G.H. Mead) e lo Strumentalismo e l'educazione progressiva di J. Dewey e dei suoi allievi, con un'attenzione essenziale all'italo-pragmatismo e alle sue peculiarità, a personaggi che si vanno faticosamente riscoprendo negli ultimi anni come G. Vailati e M. Calderoni, mentre rimangono noti solo agli esperti del settore E. Regalia, G.C. Ferrari, G. Vacca, A. Aliotta o M.M. Rossi [4] [5]. Gli unici che si ricordano in una certa misura sono G. Papini e G. Prezzolini, come scrittori o "letterati" nel senso strettissimo e riduttivo del Neo-idealismo [6].

Semmai, tutta una serie di revisioni del contesto scientifico e culturale alla distanza di alcune generazioni ha suggerito una neo-formulazione [7] come *Neopragmatismo filosofico* (H. Putnam) e *pedagogico* (R. Rorty) [8]. Ricordiamo che la prima occorrenza del termine "neopragmatismo" si è avuta in Piaget negli anni '20 [9].

Il procedere per problemi, l'evoluzione aperta e il rapporto dinamico con l'esperienza "futura", l'unità del sapere e il valore del lavoro e della tecnica, e tutti gli altri principi che esemplificheremo erano già efficacemente teorizzati nel Pragmatismo classico e in forma molto più direttamente pedagogica e didattica di quanto non lo siano stati con l'epistemologia e la storiografia scientifica del '900.

Il che non toglie la necessità di un radicamento profondo di ogni proposta pedagogica e metodologico-didattica che faccia riferimento alla scienza nella pratica effettiva della ricerca scientifica. Nessun discorso sull'educazione scientifica o sulla metodologia scientifica può svolgersi "nel vuoto", ed anzi proprio la cultura scientifica corrobora dalla sua parte il carattere della Pedagogia come sapere applicativo e professionale, impensabile senza un rapporto organico con la realtà. La Pedagogia non è una "*-logia*", e non a caso.

Difficilmente potremmo pensare alla formazione iniziale e continua di un insegnante di materie scientifiche senza un'esperienza significativa di ricerca scientifica: non solo dei laboratori didattici della sua disciplina e delle altre vicine ad essa e che possono essere accorpate in cattedre unitarie ed in altre forme; ma anche e in pari rilevanza senza un'esperienza ai laboratori di ricerca, sia di base che applicata e tecnica.

Di tutto quanto una cultura scientifica così intesa e maturata può offrire alla formazione e alla professionalità docente, vedremo di seguito sinteticamente quattro ordini di esemplificazioni, ciascuno dei quali chiaramente molto ampio e comprensivo, rinviando ad altre opere per i maggiori dettagli che pure sarebbero necessari [10] [11].

Un parlare e un esercitare rigoroso ed esclusivo, scevro di verbosità inutili e di retorica ingiustificata, controllato e controllabile, coerente sul piano logico come su quello metodologico, e che vede nella contestualizzazione storica un adempimento continuo, è di fondamentale importanza nell'insegnamento della letteratura, della storia, della filosofia o dell'arte, quanto lo è per quelli delle materie scientifiche, sia empiriche che formali, o delle materie tecniche.

4. Che cosa significa "ricerca", e che cosa significa "ricerca scientifica". Quale metodologia?

Uno studioso che abbia maturato competenza scientifica conducendo ricerche scientifiche sia generali o di base che applicative o tecniche, sia logico-matematiche e formali che sperimentali od empiriche, sa già perfettamente di che cosa si parla. Semmai, può aver bisogno di riflettervi con strumenti adeguati e nuove consapevolezze.

Un chiarimento è invece necessario ove si rifletta sui decenni nei quali si è chiamata “ricerca”, od anche “metodo della ricerca”, una prassi di copiatura più o meno impersonale da parte degli allievi. All’inizio essa veniva fatta operare a mano da enciclopedie o comunque da volumi alternativi al libro di testo; poi sono venuti i dattiloscritti, i ciclostilati, le fotocopie; più di recente, gli scarichi digitali da CD-ROM e dalla rete, giustapposti più che assemblati, e stampati in decine o centinaia di pagine oppure riprodotti in forma virtuale. Sarà il caso di precisare che questa *non* è ricerca, e che non presenta alcun pregio pedagogico e didattico, anche perché privilegia semmai un atteggiamento passivo, irresponsabile, non evolutivo e non promozionale negli alunni. Il fatto che essi se ne sentano gratificati, alleggeriti e deresponsabilizzati rende più grave il giudizio.

La *ricerca*, propriamente e anche da etimologia, è prima di tutto un’applicazione precisa ad un oggetto definito e limitato (*circari*, verbalizzazione in latino tardo della preposizione *circa*) e condotta con determinazione, perseveranza e tutti i ritorni necessari (prefisso *re*). Viene da prendere le distanze immediatamente dall’insegnante rigidamente pianificato del quale è stata fatta esperienza pluriennale nel socialismo reale; ed insieme, dall’insegnante ripetitore all’infinito sempre degli stessi schemi come da tante consuetudini nostrane scambiate per tradizioni, oppure come da un modo scorretto ancorché comodo d’impiegare le proposte esemplari delle riviste del settore.

Una ricerca, poi, può dirsi propriamente *scientifica* se rispetta le regole della scienza intesa sempre in senso stretto, come la *coerenza interna* (o logica), la *controllabilità* fattuale (in Popper) con l’esperienza “futura” (nei pragmatisti), il *Feedback* asimmetrico che fornisce falsità e non verità, il carattere aperto ed *evolutivo*, il senso storicamente provvisorio in *continuo divenire*, con un sano apprezzamento del *dubbio* sistematico e un atteggiamento sempre *ipotetico*. E queste ed altre norme di metodo non riguardano solo l’insegnamento e l’educazione scientifici, bensì la didattica e la pedagogia generale. Comprendiamo ed apprezziamo così in modo più pieno la competenza dei legislatori scolastici risorgimentali che impostarono la formazione degli insegnanti elementari con le *Scuole Normali* (cioè di *norme di metodo*); per questa via l’immane guerra

all'analfabetismo è stata vinta, pur tra ristrettezze inimmaginabili, ritardi gravi e condizioni di operatività proibitive.

È l'osservanza di norme di metodo scientifico ad assicurare alla scienza e ai suoi contenuti le prerogative più importanti, come la non soggettività, la trasferibilità inter-personale e la portata universale, che sono di enorme valore in campo pedagogico.

Educare alla ricerca scientifica è educare ad uno spirito aperto e in evoluzione, al rifiuto di ogni dogmatismo, alla convivenza civile e democratica [12], ed anche ad una professione docente adeguata alle mutate esigenze della società odierna.

Corrisponde a questa metodologia l'immagine dell'insegnante, come dell'educatore, non più dispensatore di certezze, definitività, sicurezze di merito e sentenze assolute, bensì soggetto che accetta di riconoscere i propri limiti e i propri errori, e che fornisce una testimonianza esemplare di continua ed interminata ricerca di correggere i propri errori, di ampliare i propri limiti, di conquistare terreni sconosciuti, che può semmai fornire norme di metodo, così dando luogo ad una storia e ad un'evoluzione culturale sempre aperta.

Vi sarebbe un altro elemento metodologico di fondamentale importanza, ed è il *procedere per problemi*, Ma a questo è opportuno dedicare un paragrafo a parte, considerato anche lo sviluppo storico, in parte specifico e distinto da quello degli altri elementi di metodo.

Analogamente, daremo in sequenza anche dei ragguagli sul concetto di "coerenza" nella sua duplice valenza.

5. L'insegnare e l'educare per problemi

Secondo Popper, "*Un problema, dalla prospettiva logica, è sempre una contraddizione tra asserti stabiliti (tra due teorie, o tra una teoria e un asserto che, per quel che ne sappiamo, descrive un fatto).*" [13]

In Pedagogia, questa definizione logica e filosofica non basta. Occorre distinguere le *situazioni problematiche*, cioè le situazioni di contrasto, crisi, squilibrio, conflitto, discrepanza, errore e quant'altro ciascun vivente incontra per il fatto di collocarsi necessariamente in un ambiente, e ciascun vivente uomo incontra per il fatto di collocarsi

necessariamente in un ambiente sociale e culturale, dai *problemi* propriamente detti. Questi secondi sono posti dall'uomo e solo dall'uomo quando egli si disponga a reagire costruttivamente, positivamente, davanti ad alcune di siffatte situazioni (un minoranza esigua) nel tentativo di superarle in senso evolutivo [14].

Per noi, è di fondamentale importanza l'apporto di György Polya, e non solo per quel che riguarda l'insegnamento delle scienze matematiche [15] [16], ma anche, o innanzitutto, per quel che riguarda l'insegnamento delle materie scientifiche [17].

D'altra parte, il complesso dei progetti sperimentali per l'innovazione degli insegnamenti scientifici curricolari a partire dagli anni '50, che ha avuto come pedagogista di riferimento Jerome S. Bruner [18], è stato impostato come insegnamento per problemi, con conseguente ristrutturazione dei contenuti secondo un numero ristretto di *grandi temi* aperti all'integrazione pluridisciplinare.

In Italia, abbiamo poi avuto la rilevante esperienza del "*Progetto Prodi – Matematica come scoperta*", che ha impegnato i Nuclei di Ricerca in Didattica della Matematica del C.N.R., e decine di insegnanti medio-superiori, a partire dagli anni '70. Come letteratura, questo "Progetto" si articolava nei tre libri di testo [19] [20] [21], e in una serie di guide e di quaderni supplementari su singole branche.

Nel porre e nell'affrontare i problemi, il soggetto umano esercita quella sua altissima facoltà che si chiama *creatività*. Anche le teorie scientifiche o matematiche, anche le realizzazioni tecniche sono prodotti di creatività. Occorre poi rendersi conto che nessun esercizio di creatività è arbitrario, e che ciascuna suddivisione della cultura si individua attraverso il particolare apparato normativo che presiede alle creazioni di pertinenza: gli apparati di regole cui ottemperano un poeta o un musicista sono ben diversi da quelli cui ottempera un geologo o un algebrista o un ingegnere civile od elettrotecnico.

In ambito propriamente scientifico, spiccano i due apparati che si richiamano al concetto di *coerenza*.

Esiste un apparato di regole che si rifanno alla *coerenza interna*, nel senso di non contraddittorietà, di rispetto della *logica*, ed anche di rigore tutto particolare negli asserti. Conosciamo dai tempi della Grecia classica quel semplice teorema di logica degli enunciati,

secondo il quale una teoria contraddittoria non ha alcun valore cognitivo. Non dovremmo limitarci a questo e, una volta discusso di quale logica scegliere, completare conseguentemente la normativa.

Ma esiste anche un complesso di regole relativo alla *coerenza esterna*, cioè empirica, fattuale, dell'“esperienza futura”. Gli asserti scientifici, inquadrati in contesti di pensiero più generali, vanno sottoposti a controllo, e da questo consegue una retroazione asimmetrica, dalla quale può derivare falsificazione ma non verifica. Nelle scienze matematiche questo requisito non si applica, quanto piuttosto nella relativa didattica e nelle applicazioni, per le quali si esercita un controllo di adeguatezza e di funzionalità, che è metodologicamente paragonabile ad un controllo di utilità che caratterizza le realizzazioni della tecnica.

Anche l'insegnamento è soggetto a tali regole, e per questo avremo modo di discutere al termine sulla possibilità di considerare la didattica (generale) come una scienza a pieno titolo.

6. Insegnamento e teoria dei sistemi

Sono sufficienti poche righe, presso chi abbia una cultura scientifica adeguata, per puntualizzare l'impiego rigoroso del concetto di “sistema” relativamente all'insegnamento e alla scuola, e per segnalare gli evidenti abusi e le improprietà. Il termine viene spesso impiegato quando si voglia semplicemente parlare di complessità o di non analiticità, ma esso ha una valenza enormemente più ampia.

Come sappiamo, perché si possa correttamente parlare di sistema occorre poter definire uno *stato* attraverso un complesso di *variabili*, e una *retroazione*.

Le prime non è necessario che siano operazionalizzate e quindi legate da equazioni di stato come avviene per l'esemplificazione più comune che rimanda alla termodinamica; basta pensare all'impiego che lo strumento concettuale può avere in giurisprudenza o in altre scienze umane e sociali, ma anche largamente in medicina chirurgia e in architettura, campi che ci portano più vicino alla pedagogia e alla didattica.

Quanto alla retroazione, nel nostro campo essa non è pensata per garantire l'omeostasi, bensì il compimento delle *transizioni di stato*, specialmente a scuola.

Comunque, si può pensare a tante applicazioni: purché però si parta da una conoscenza rigorosa della teoria dei sistemi, che è parte importante di una cultura senza aggettivi. L'insegnante specialista non è una buona scelta, specie quando lo specialismo si nasconde dietro visioni molto riduttive di quella che dovrebbe essere la cultura umana.

7. La Didattica come scienza

La Didattica è la riflessione sull'insegnamento, e non va confusa con la prassi d'insegnamento che si chiama, propriamente "didassi".

La visione neo-idealistica della didattica come un'arte ha ridotto la formazione degli insegnanti o a semplice competenza disciplinare (chi sa, sa anche insegnare), o ad una parte della cultura considerata "umanistica" come nei disciolti istituti magistrali, o al massimo alla conta degli anni di servizio (chi insegna, sa anche insegnare).

Possiamo ancora parlare di arte, se ricordiamo che ogni atto artistico è normato; ed allora dovremmo domandarci quale arte sia, cioè a quali regole ottemperi l'uomo che si occupa di quest'arte.

In una visione realistica, è possibile considerare la didattica come una scienza (non nomotetica) a pieno titolo. L'aver superato l'equivoco "umanistico" costituisce un passaggio essenziale. Potremmo parlare di un'arte, nello stesso senso nel quale lo sono la geometria, la medicina, la geologia, la scienza delle costruzioni.

La didattica è pensabile come creazione umana nel tentativo di risolvere problemi specifici, mediante un esercizio di creatività che rispetta tutto l'apparato normativo della scienza in senso stretto, per cui l'esercizio professionale corrispondente, o didassi, è una forma di esercizio tecnico.

L'insegnante, o meglio la collegialità docente, è il soggetto che si trova nella situazione problematica, ma è anche il professionista incaricato di porre il problema, di ipotizzare la soluzione e di metterla tecnicamente in atto; ed ancora, è colui che deve controllare il tutto in itinere e "in futuro", sia pure entro una giurisdizione temporale

limitata; ed è colui che deve trarne le conseguenze. Si tratta, in sostanza, di una professionalità estremamente impegnativa e complessa: enormemente più complessa di qualunque immagine che rimandi ad una funzione trasmissiva, ma anche ad un ruolo di garante di un assetto sociale, del “*sistema*” nel senso sessantottesco, applicatore di norme di legge prestabilite come in Gentile, ovvero “*vestale della classe media*” [22], e ad altre analoghe.

La competenza disciplinare è indubbiamente una condizione necessaria, come lo è la competenza in scienze di base per un ingegnere, o della lingua per un giornalista: ma la formazione professionale inizia ancora all’interno di questo adempimento necessario, e per essa vale la profonda saldatura tra formazione iniziale e formazione continua, come si sta affermando in alcune categorie professionali molto prima che non per gli insegnanti.

8. Cultura scientifica per insegnare

Per quanto abbiamo visto, e si tratta solo di un’esemplificazione comprensiva, la cultura scientifica è parte essenziale della professionalità docente ed educativa. Non sempre a questa esigenza, difficilmente contestabile, ha corrisposto una presa in carico adeguata da parte dell’Università.

Abbiamo motivi per ritenere che un esercizio effettivo di ricerca scientifica possa concorrere anche a far compiere alla professionalità docente la necessaria evoluzione.

Molto si può fare anche con un ricorso adeguato alla storia del pensiero scientifico e tecnico; ma ancor più con una riflessione metodologica fondata, e con un’ancor meglio fondata riflessione pedagogica e didattica generale.

Gli strumenti ci sono: occorre renderli disponibili. Aldilà delle vicissitudini della politica scolastica italiana da oltre un ventennio, una nuova scuola e una nuova professionalità docente sono possibili.

Bibliografia

- [1] Reale G Antiseri D. Laeng M. (1986¹ 2000¹⁴) *Filosofia e pedagogia dalle origini ad oggi* vol. III, La Scuola, Brescia
- [2] Antiseri D. (1981) *Teoria unificata del metodo*. Padova, Liviana
- [3] Antiseri D. (1996) *Trattato di metodologia delle scienze sociali*. UTET, Torino
- [4] Santucci A. (1963) *Il Pragmatismo in Italia*, Il Mulino, Bologna
- [5] Santucci A. (1996) *Eredi del Positivismo*, Il Mulino, Bologna 1996, part. pp. 119-227.
- [6] Bobbio N. (1969) “*Profilo ideologico del Novecento*” in *Storia della letteratura italiana* a cura di E. Cecchi e N. Sapegno, Garzanti, Milano, “*Il Novecento*” tomo *, pp. 35-45.
- [7] Cambi F. (ed. 2002) *La ricerca educativa nel neopragmatismo americano*, 2 volumi, Armando, Roma
- [8] Rorty R. (1996) *Scritti sull’educazione* sono a cura di Flavia Santoianni, La Nuova Italia, Scandicci-FI
- [9] Evans R. (ed. 1973) *Jean Piaget. The man and his ideas*, Dutton, New York
- [10] Blezza F. (1994) *Didattica scientifica*. Del Bianco, Udine
- [11] Blezza F. (2006) *Il professionista dell’educazione scolastica*, Pellegrini, Cosenza
- [12] Antiseri D. (1977) *Regole della democrazia e logica della ricerca*, Armando, Roma
- [13] Antiseri D. (ed. 1989¹) *Logica della ricerca e società aperta*, La Scuola, Brescia, pag. 10.
- [14] Blezza F., (2007) *Educazione XXI secolo*, Pellegrini, Cosenza, parte III part. III.6-III.19
- [15] Polya G. (1945) *How to solve it*, Princeton University Press
- [16] Polya G. (1962) *Mathematical discovery* 2voll., Wiley, New York

[17] Polya G. (1963) *Mathematical Methods in Science*, Stanford University Press, Palo Alto

[18] Bruner J.S. (1960) *The process of education*, Harvard University Press, Cambridge

[19] [20] Prodi G. (1975/77) *Matematica come scoperta per il biennio delle scuole medie superiori*, vol. 1 e 2; D'Anna, Messina-Firenze

[21] Prodi G. Magenes E. (1982) *Elementi di analisi matematica*, D'Anna, Messina

[22] Barbagli M. Dei M. (1969) *Le vestali della classe media*, Il Mulino, Bologna

Extended abstract

Scientific culture, acquired through an actual practice of scientific research, both basic and applied, as far as logical-mathematical, formal and empirical sciences of nature regard, as well as of technical matters is an essential component of the teaching profession adapted to our times and social needs, and of its initial and ongoing education. For this to happen it is necessary an adequate pedagogical and methodological-didactic mediation. The purpose of this paper is to summarize a series of conceptual and operational tools for that purpose.

Compared with the many references in the '900 epistemology, the fairest theoretical one is the classical Pragmatism, worded as pedagogical and philosophical Neopragmatism. In this context, proceeding by problems, the open evolution and the dynamic relationship with the "future" experience, the unity of knowledge and the value of work and technique and other principles are strictly theorized and easy to use in education and in the school. Furthermore, a single scientific method theory is also applicable to the humanities and social sciences.

Science and technique are products of human creativity as the humanities, historical, philosophical and artistic subjects, for a long time called "humanistic" in Italy. What distinguishes a subject from the other is just the regulatory apparatus of method by which each act of creativity takes place: and it makes no sense either to attribute greater or less "humanism" or to create hierarchies within knowledge as the Italian philosophers of the Neo-idealism set out.

A similar proposal is to be rooted in the heart of the scientific research actually practiced. In particular, teachers' education requires an experience

in scientific research, basic or applied, as well as educational workshops of the subjects of their expertise.

A strict and exclusive talk and work, free from an unnecessary wordiness and unjustified rhetoric, controlled and controllable, consistent on a logical level as on the methodological one, together with a historical contextualization that sees a continuous fulfillment, can make an important contribution of scientific and technical assistance to the teaching profession.

A neo-idealistic perspective of teaching as an art has instead proved its inadequacy to an appropriate teachers' education, reducing it or to the simple subject expertise (who knows, can also teach), or to sections of culture, or to a counting of the years in service (who teaches, can also teach).

Educating for scientific research means to educate to an open aptitude historically in progress, to the rejection of dogmatism, to the civil and democratic society, and also to a teaching profession adapted to the changing needs of today's society. There is no lack of international and Italian experiences.

On this basis, we are going to exemplify four aspects of great relevance in the debate on the issues:

- the methodology of scientific research, an exercise of creativity according to the rules of the internal and external coherence, the hypotheses making, the historical evolution which extends from scientific research to technique, humanities and social sciences to literary subjects, history and philosophy;
- to proceed by problems, defining the problem as a strict human act of reaction to problematic situations that arise in necessary relations with the social environment, and a subsequent restructuring of the contents;
- the systems theory, with a definition of the state variables which cannot be operationalized, and a feedback that controls the transitions from one state to another;
- didactics conceived and dealt with as an empirical science, rigorous and controlled, evolutionary and open, with the professional exercise (or didaxis) closely considered as a technique.

A highly advanced and evolved, picture of the teaching profession is showed, substantially modified in the light of the new demands that society puts into school. With the main contribution of scientific and technical culture, mediated through the pedagogical reflection a kind of new school is possible.