

Introduzione al Volume I di
Luigi Berlinguer, Arturo Marcello Allega, Filomena Rocca,
“Il Modello formativo dell’Autonomia didattica”
Anicia Editore, 2020

IL RUOLO DELLA SCIENZA NELLA FORMAZIONE SCOLASTICA OGGI

Franco Cambi

Professore emerito di Pedagogia generale e Sociale
dell’Università di Firenze

1. Un percorso “evolutivo” della scienza nella scuola

All’universo della scienza si dà spazio già nella scuola dell’infanzia e poi in quella primaria con lo studio d’ambiente, che analizza i vari fenomeni e li illumina di “razionalità scientifica” settoriale, senza visioni sistemiche di saperi, bensì come spiegazione provata che permette di conoscere davvero i vari eventi (la crescita della pianta, l’alternarsi delle stagioni, il ciclo dell’acqua etc.), sviluppando così via via l’atteggiamento mentale dell’osservazione e della ricerca delle cause. La fase scolastica della prima e seconda infanzia va poco oltre: nelle classi finali della primaria potranno esserci elementi di geografia astronomica o di biologia o di fisica elementare, forse. Ma sarà la scuola secondaria a mettere ben al centro tale visione-del-mondo tipica della cultura moderna e a fare di essa la concezione condivisa da tutti sulla realtà che ci circonda e in ogni suo aspetto. Allora è alla scuola media inferiore e superiore che corre l’obbligo di formare-alla-scienza ovvero 1) nella media inferiore dare un’idea chiara di cos’è scienza, di come essa nasce da e su un metodo condiviso, di come si è sviluppata a partire dal XVII secolo in Europa ed è poi cresciuta in modo esponenziale e complesso e articolato su su fino ad oggi, dove assume il ruolo di paradigma culturale primario e comune in tutto il mondo sviluppato, unendo sempre più insieme e scienza e tecnologia; 2) nella media superiore saranno le varie discipline scientifiche previste nell’area formativa definita dall’ordine di scuola ad essere al centro proprio nella loro specificità e sistematicità attuale, sì, ma verranno e sempre di più affrontate anche con ottica riflessiva e filosofica, con spirito critico, che permette una rilettura del fare-scienza nel suo “congegno” logico-esplicativo come pure della sua contestualizzazione socio-politico-culturale a cui tutti gli insegnanti possono e devono partecipare dal punto di vista della loro disciplina per dare della scienza un quadro complesso e integrato (e integrazione che esige dai docenti stessi una visione culturale e specialistica e transdisciplinare il più possibile).

A questo punto però vale interrogarsi: ma la **formazione dei docenti** ha, e nelle scienze e nella cultura generale, nelle sue articolazioni, tale capacità integrativa e critico-dialettica? Sempre più necessaria in un tempo che vede la scienza dominata dalla tecnica socialmente sempre più potente e imperativa, che guarda già a un uomo che si evolve da *sapiens* a *Deus*, come ci ha ricordato Harari, e che viene ormai doppiato da Robotica e Intelligenza Artificiale come il reale stesso viene doppiato dal Virtuale. In questa temperie complicata e forse ormai quasi al limite del nostro agire tecnico-sociale come specie educare alla razionalità scientifica e alla visione critica della scienza/tecnica è un compito primario e veramente epocale, da svolgere con acribia e impegno trasversale nell'ambito dello stesso *curriculum* secondario, cominciando dal riflettere su Metodi, Strutture e Fini del fare-scienza oggi. Pertanto a tal fine anche i docenti vanno formati in ogni area disciplinare e sempre più secondo...riflessività! E si pensi a Schon.

Intanto, soffermiamoci più da vicino sui principi citati ma che si svolgono oggi in modo dialettico-critico e perfino metacritico:

- 1) La Scienza Plurale di oggi o scienza-di-scienze.
- 2) Il Metodo condiviso e criticato insieme.
- 3) Il *telos* della Oggettività della scienza.
- 4) L'Immagine, e epistemica e sociale, che di essa vige nel nostro tempo.
- 5) E poi, la necessità di tener viva un'ottica Interdisciplinare con precisione e tenacia.
- 6) L'Uso Sociale che di tali scienze e di tutte si fa, e nel viver quotidiano personale, e in quello collettivo.

Da qui l'impegno a tener viva nella scuola la doppia valenza della scienza quale motore dei saperi e di tutti e quale simbolo culturale primario (talvolta "idolo", anche e così da criticare) di oggi. Attivando sia un insegnamento ricco, attuale e aperto delle varie scienze sia un'ottica di ripensamento della loro "impresa comune" che ne rilevi la problematicità e la tensione critica interna e esterna (ovvero nella società).

2. La Scienza-di-scienze attuale

Il paradigma "scienza" viene oggi a coprire un pluralismo assai ricco di saperi scientifici tra loro molto diversi. Lì hanno ancora un ruolo di modello e storico e teorico le scienze naturali che a partire da Galilei e Newton hanno guidato per secoli l'idea stessa di scienza privilegiando la fisica: ruolo che si è protratto fino al "fisicalismo" del Novecento e il suo progetto di enciclopedia delle scienze regolate dalla fisica appunto, poi di fatto naufragato. Ma oggi tra queste scienze hanno spazio anche scienze più complesse e in sé polimorfe, come l'ecologia (sapere-di-saperi tra loro integrati e in tensione) o quella del caos su cui ha lavorato Gleick secondo un'idea di "nuova scienza" etc. E poi c'è l'iperspecializzazione e la complessificazione della biologia o della chimica, come pure dell'astronomia generale con sviluppi a ritroso nella sua storia fino al Big Bang che resta un'ipotesi reale e razionale ma col problema aperto di "che cosa c'era prima?" e un po' di tutte le altre scienze sia più antiche sia più nuove. La stessa fisica si è essa stessa problematizzata e sofisticata e non poco il parterre scienze-naturali si trova così rimesso in gioco anche epistemologicamente, come rilevano i critici oggi più attenti (uno per tutti: Mauro Ceruti).

Poi dal Settecento accanto alle *Naturwissenschaften* hanno preso corpo le *Geisteswissenschaften* o scienze umane e in modo sempre più organico e centrale. Esse vertono sull'agire umano, sullo statuto psicofisico del soggetto, sul suo inconscio e sul suo linguaggio etc. che lo fa *sapiens* e che ci parlano del suo formarsi come uomo tra forme di cultura diverse e in un processo di umanizzazione articolato e complesso che si gioca tra io e spazio-tempo socialmente organizzato. Un campo enorme di saperi che anche dal punto di vista logico epistemico e metodologico ha posto nuovi problemi nel fare-scienza, affermando procedure

diverse rispetto all'*Erklaeren* delle scienze naturali, guardando invece al *Verstehen* e aprendo così un dibattito sul metodo (o *Methodenstreit* in Germania) già alla fine dell' Ottocento, ma ripreso anche in pieno Novecento (e si pensi solo ai richiami della Scuola di Francoforte tra Adorno e Habermas).

Nel contempo accanto alle due classi di scienze è cresciuta e in modo esponenziale e con un ruolo dominante la Tecnica, quel mondo di tecnologie che si è sempre più allargato e reso protagonista in ogni campo della nostra vita, imponendosi sì come scienza applicata ma anche come forma sempre più potente del fare-scienza, declinandola come progetto-operativo-sul-reale per trasformarlo e sottoporlo a finalità specificamente umane, seguendo soprattutto il criterio di efficacia operativa. Arrivando a realizzare metamorfosi e profonde anche nel soggetto stesso tra nanotecnologie cerebrali e manipolazione biologica, aprendo così anche al *Post-Human*, già sopra ricordato. Postumano che dà corpo all'uomo artificiale sempre più in sviluppo e oggi sempre più studiato e come possibilità con esiti positivi e come rischio tendenzialmente catastrofico. Comunque anche la tecnologia mette in campo un suo modo/modello di fare-scienza, che segue i postulati della scienza moderna ma li vincola ai suoi obiettivi produttivi e trasformativi del reale e attiva una logica di ricerca che fa della natura e dell'uomo oggetti da mutare costantemente e non tanto e soprattutto da conoscere e tutelare. Certo epistemologicamente la tecnica segue i principi-chiave della scienza e ne rivive i fini, ma ne sposta l'asse cognitivo dal conoscere al fare e lì si impone e come potere e come ideologia. E qui si afferma, va detto, un terzo modo di fare/volere/pensare la scienza che oggi è sempre più dominante e che rischia di sottoporre la scienza stessa, e tutta, sempre più, al suo *diktat*. Anche se sappiamo bene che tutta la storia umana è stata prodotta *in primis* dalla tecnica e poi proprio via via col suo connettersi sempre più intimamente alla scienza e alle sue scoperte. Senza di essa saremmo ancora in una condizione di vita radicalmente arcaica. Ma proprio il potere trasformativo della tecnica l'ha resa nel corso del tempo come forma sovrana del fare-scienza e come organismo ostensivo della scienza stessa e della sua forza capace di cambiare il mondo. E tutto. E oggi con effetti anche molto inquietanti: ad esempio ieri la bomba atomica oggi il postumano. Ma di essa non possiamo in ogni modo fare a meno. Dobbiamo governarla: comprenderla sempre nei suoi effetti e imporle degli eventuali limiti, insieme etici e politici e mai cognitivi. E questa è ancora una questione epistemologica che sta ben dentro un'epistemologia che va oltre l'analisi logico-metodologica e che si inoltra sull'uso sociale e politico criticamente affrontato della scienza medesima.

Allora nella scienza-di-scienze abita una disposizione che valorizza il pluralismo ad ogni livello e lo regola attraverso un confronto dinamico-critico tra le diverse ipotesi e dentro ogni sapere, come ebbe a vedere con precisa finezza Max Weber nei suoi saggi metodologici sulle scienze sociali, ma che possiamo oggi generalizzare. Così si riconosce la centralità di una tensione riflessiva complessa e fine che va tenuta sempre più al centro dell'idea stessa di scienza. Che la sofistica e la comprende e proprio *à part entière*.

3. Intorno al Metodo

Sappiamo bene che il metodo galileiano scandito nei suoi quattro momenti di osservazione, ipotesi, matematizzazione dell'ipotesi e verifica sperimentale ha dato ordine e rigore a tutte le scienze della modernità. Riconfermato da Newton e poi ben attivo tra Sette e Ottocento e esaltato dal positivismo quale modello aureo e definitivo, è stato ripreso poi anche e con forza dallo stesso pragmatismo americano (e si pensi al Dewey della *Logica teoria dell'indagine* del 1938). Un metodo che con la sperimentazione ha reso mature anche le scienze umane, fissando nei fenomeni antropici e sociali le regolarità e le permanenze, anche se qui rese più complesse e dinamiche (i dati della scienza qui possono cambiare i fenomeni stessi!). Allora il metodo sperimentale è stato l'asse portante della scienza moderna e lì ha agito e agisce come *Kriterion* preliminare e inaggrabile.

Sì, ma da dopo il positivismo e col declino del suo dogmatismo anche metodico intorno al Metodo della scienza si è aperto un dibattito sempre più ricco, articolato e problematico. In esso si sono riconosciuti come attivi due approcci diversi: lo spiegare e il comprendere già ricordati che operano in classi diverse di scienze. Poi si è sottolineato che esso procede per “congetture”, con prestiti da parte delle teorie anche metafisiche e che fa regola della verifica come *experimentum crucis* (come ci ha indicato Popper nella sua *Logica della ricerca scientifica*). Infine, lo si è connesso a “programmi di ricerca” che esigono procedure extrasperimentali come l’“immaginazione”, per arrivare poi ad attaccare l’idea stessa del metodo visto come vincolo negativo della ricerca poiché la blocca e non la libera (come ha sostenuto Feyerabend con l’obiettivo di rendere più pluralistico il fare-scienza attraverso metodologie anche molto, troppo allargate). Con le scienze umane, come già detto, si è sviluppata una lettura dialettica e anche pluralistica del metodo che fa ipotesi, cerca la convalida ma insieme confronta le diverse ipotesi in un lavoro dialettico-critico, come ci ha indicato il già ricordato Max Weber proprio in quel settore. Così il Metodo oggi è fatto di metodi che si confrontano e si sfidano reciprocamente e in modo aperto guardando a interpretare il pluralismo dell’avventura della ricerca scientifica che si è resa e più dinamica e più criticamente inquieta.

4. Il problema Oggettività

Recentemente, un epistemologo di vera finezza ci ha dato una riflessione criticamente aperta e sottile intorno all’altra regola aurea del fare-scienza: il suo vertere su dati-di-fatto che proprio la ricerca scientifica dichiara come “oggettivi”. L’oggettività della scienza è un impegno reale e costitutivo, anche se oggi deve farsi meno ingenuo e uniforme.

Scrivono Evandro Agazzi nel suo studio del 2018 su *L’oggettività scientifica e i suoi contesti* : sono “universalità e necessità” i “segni eminenti e fondamentali dell’oggettività”(p.101), ma sono “requisiti” che dopo Kant non si possono più soddisfare *d’emblée*. Non resta quindi che un’idea debole di oggettività, principio che sta ancora come “indipendente dal soggetto” ma si fa relativo a leggi settoriali, con misurabilità non omogenea e con una nozione di “oggetto” in sé problematico e aperto nell’esser pensato dal soggetto e costruito dalla stessa ottica scientifica, che va ben oltre il senso comune e si lega all’*operari* sempre più complesso e raffinato della scienza stessa.

L’oggettività è un principio regolativo ma in sé problematico, che viene poi anche a diversificarsi tra le diverse classi di scienze. Schematizzando possiamo dire: 1) nelle scienze naturali rimanda all’esperimento di verifica che ha valore intersoggettivo e si qualifica come approdo vero in quanto verificato, qui e ora, nell’indagine; forse anche là e domani ma dove il fare scienza è ben condiviso; 2) in quelle umane l’oggettività è ben più problematica, tra oggetto modificato dalle scienze stesse (come già detto) e tasso teoretico che è presente in modo palese o no nel fare ricerca, che non può non muovere da una “forma di vita” in cui la scienza stessa vive ed agisce; 3) nelle scienze-tecniche l’oggettività è il funzionare sul reale lì portando effetti utili che si validificano nella trasformazione che operano sul reale concreto, naturale o umano che sia, imponendo la loro forza operativa.

Allora per l’oggettività della scienza bisogna superare ancora ogni realismo ingenuo e renderlo invece critico sia in relazione all’oggetto sia al soggetto che lo pensa come tale. Certo dell’oggettività nel lavoro scientifico non possiamo fare a meno ma dobbiamo ripensarla secondo un’epistemologia più ermeneutica, per così dire, capace di rileggere questo principio-chiave in modo plurale e aperto, appunto. E lo stesso testo di Agazzi ci consegna questa visione complessa dell’oggettività della scienza, resa plurale e problematica ma pur sempre un criterio regolativo del fare ricerca oggi resosi più polimorfo, complicato e animato dalla complessità come metaregola che governa tutta la scienza. Oggi infatti è tutta un’immagine

della scienza che è in corso di trasformazione e di ri-legittimazione. Allora rivolgiamoci a guardare le Immagini di cui la scienza moderna si è nutrita e di cui anche quella postmoderna si nutre.

5. L'Immagine della scienza ieri e oggi

Proprio il contesto in cui avviene la ricerca scientifica (e contesto socio-ideologico-culturale e valoriale) la vincola anche a scandire storicamente la propria immagine, che è sì epistemica ma anche socio-culturale e la fa vivere nell'immaginario collettivo in modo epocalmente condiviso. Più volte si è riletto, anche di recente, il fare-scienza in società o democratiche o totalitarie, fissandone le profonde differenze di immagine e di uso della scienza stessa. E si pensi solo ad alcuni casi accaduti nella scienza al tempo dell'URSS o già nella Germania nazista! Ma anche in una società libera la scienza si dà un'immagine che subisce vincoli anche qui molteplici e potenti. E si pensi solo a quelli del Mercato che orienta e con forza il fare-ricerca e le impone talvolta anche risultati. Allora le immagini della scienza hanno statuto storico, come ebbe a ricordarci Paolo Rossi nei suoi studi, rilevando anche la forte differenza che anima queste immagini. Si guardi solo al Novecento italiano tra positivismo declinante che vede la scienza in modo dogmatico con risultati definitivi e provati nel suo far ricerca ormai vasta e plurale, ma vincolata a una "metafisicizzazione della scienza" come si è detto; poi con l'idealismo che parte da una "bancarotta della scienza", svalutandone gli "pseudoconcetti" privi di criticità riflessiva/filosofica la quale fa il solo vero sapere; poi il razionalismo critico di Banfi e della sua scuola milanese che rilegge tramite Kant e Husserl e Dewey il fare scienza disponendo la scienza come la forma più alta di razionalità e baricentro della cultura e della formazione attuale, anche se più inquietamente interpretata. Nel contempo avanzava sempre con più forza l'immagine tecnica/tecnologica del fare scienza che guarda ai suoi effetti reali e concreti e spesso con una significativa cecità sui suoi effetti a lungo termine, come nel presente ben vediamo.

Oggi l'immagine che abbiamo della scienza è epistemologicamente più ricca, complicata, fine e complessa sia per articolazione interna sia per sofisticazione logica, e socialmente da meglio comprendere nella tecnica che ci abita in ogni spazio della nostra vita e ci vincola e ci strumentalizza anche. Un'immagine inquieta e bivalente su cui la cultura deve riflettere in modo organico e critico in vista anche del destino di ipercomplessità culturale e politica che ci sta davanti. Ipercomplessità data da pluralismo e specialismo delle scienze, da loro ibridazioni e reciproci rinvii, da confini mobili e territori cognitivi sempre più raccordati tra loro anche e proprio dentro la società della Globalizzazione che ci cambia anche le immagini-del-mondo e della scienza, perfino. Una scienza che deve ripensare le proprie "rivoluzioni", dipanare e mostrare i propri "programmi di ricerca" nella loro differenza, si deve leggere attraverso gli "ostacoli epistemologici" che attiva nel proprio percorso e pertanto si sofisticata. E poi si impone nella simbiosi sempre più stretta con la tecnica quale orizzonte e fondamento del Mondo Attuale e lì reclamando un atteggiamento critico che va ben oltre le *epistemai* e tocca il destino del pianeta Terra e dell'Uomo stesso.

6. Il vettore Inter/Trans/Multi/Meta-disciplinare

La molteplicità delle scienze e la loro costante parcellizzazione e specializzazione e autonomia rischia di produrre una deriva "separatista" ben oggettiva e conclamata, cancellando sempre più ogni area di confine tra di esse come pure le loro interrelazioni di innesto e di disegno generale del Sapere scientifico definito nel suo panorama dinamico e interattivo. Da qui, da queste derive appunto, è nato il richiamo all'interdisciplinarietà da leggere prima tra scienze vicine tra loro, poi su scala più ampia anche davanti a nuovi campi di studio assai complessi (e si pensi solo e ancora all'ecologia, in sé scienza naturale di molte scienze ma anche scienza umana che correla antropologia, sociologia, economia etc. in un congegno

riflessivo e critico e regolativo). Inoltre l'interdisciplinarietà può esser più formale relativa a metodi e strutture del fare scienza o, invece, più reale che riguarda gli oggetti che si vanno ad indagare. Comunque sta oltre la competenza settoriale, esige transiti tra logiche e paradigmi in uso nel fare-scienza, **si nutre di criteri e categorie trasversali** che fanno complessità e illumina un problema che approda a risultati sempre provvisori e non solo perché i saperi della scienza mutano tutti e di continuo ma perché muta anche la nostra idea di scienza e di scienza-di-scienze.

Oggi sono proprio le teorie della complessità a reclamare un dispositivo interdisciplinare anch'esso complesso che si sviluppa in molti modi di interrelazione (e si ricordino il Multi, il Trans, il Meta anche che oggi rileggono sofisticandola la dimensione/categoria Inter poiché la riarticolano secondo più strategie cognitive e esplicative della condizione attuale dei saperi, tipica dei loro rapporti e di fatto e di diritto). E si pensi solo ai richiami di Morin o a quelli di tanti altri epistemologi. E si rifletta ad esempio anche solo a partire da *La testa ben fatta* di Morin che reclama dispositivi nuovi per governare in chiave di complessità i saperi contemporanei giocando tra interdisciplinarietà e metacognizione. Solo così nel nostro tempo "abitiamo" criticamente la scienza attuale e teniamo viva un'interpretazione della sua costante crescita, evitando di convalidarne solo la pur potente deriva separatista, anche se a sua volta necessaria.

Ma neppure sarà un caso se proprio dagli anni Sessanta e a livello mondiale la categoria dell'Interdisciplinarietà ha preso il dovuto rilievo ed ha attivato una riflessione via via più ricca e sofisticata, toccando perfino la pedagogia che non può non pensare educativamente la scienza del proprio tempo per farne regola formativa ai livelli più alti di scuola. In quegli anni, infatti, si rinnova l'epistemologia, nascono e crescono le teorie della complessità e la scienza stessa viene a costituirsi come una "rete" che ci dà la vera immagine del reale scandito in ogni suo aspetto, giocando anche tra classi di scienze tra loro diverse e per oggetto e per logica, ma che sempre più non possono che dialogare tra loro. E l'Interdisciplinarietà svolge appunto questo ruolo sottile e complicato insieme. Come molti maestri di quel tempo riconobbero, ripensando la cultura moderna alla luce sia delle "due culture" sia appunto dei paradigmi della complessità (dalla rete al labirinto, si è detto di poi).

E oggi siamo, vale ripeterlo, nella condizione di una forte ripresa e sofisticazione di tale orizzonte categoriale per dominare l'"esplosione" attuale della scienza, e esplosione quantitativa e qualitativa, va detto, che deve essere governata tra interpretazione e critica: come si è fatto e si sta facendo.

7. Sull'Uso sociale della scienza oggi

Il tema lo si è in queste pagine, pur veloci e introduttive al problema ipercomplesso della scienza attuale, richiamato più volte, ricordando che essa ha un altissimo ruolo culturale, sempre più centrale e condiviso, anche se in se stessa si è resa più complessa e polimorfa e sofisticata, assumendo insieme anche un ruolo produttivo connesso alla tecnica che è figlia della scienza come ricerca ma la oltrepassa guardando agli effetti reali e operativi. E su questi problemi-chiave esiste oggi una letteratura critica internazionale assai ricca e variegata che ci fa sempre più capire la complessità della operazione-scienza dentro la società attuale: svolgendo lì un ruolo sempre più necessario e complesso insieme, articolato proprio tra Cultura e Società, tra Ricerca e Uso socio-politico dell'impresa scientifica. E i due fronti, quello più epistemico e quello più sociale, stanno tra loro ora in convergenza e ora in tensione, realizzando una condizione assai dinamica e problematica della visione della scienza, che però fa dialettica e critica e pertanto da coltivare proprio per la buona salute della scienza stessa, in un tempo che la vive e come Modello e come Sfida e cognitiva e storico-sociale. Un aspetto duplice che poi proprio la storia della scienza e della tecnica ci rimandano con precisione e i trattati epistemici del fare-scienza oggi ci impongono di tener presente e ci permettono di approfondire in modo utile e spesso organico e chiaro.

Non vale insistere poiché il doppio problema è stato già indicato e un po' anche dipanato. Per gli approfondimenti c'è poi la bibliografia posta in calce a questa riflessione.

8. Principi per una didattica della scienza a scuola, oggi

Tutti gli aspetti qui sopra sottolineati (sul fare-scienza e comprender-e-far-comprendere la scienza e relativi ai canoni primari dell'epistemologia attuale presenti nell'*operari* della ricerca e nel suo statuto contemporaneo, problematico e critico, che viene a sofisticare il suo stesso rigore) esigono che questo **Grande Paradigma Innovativo** si faccia anche paradigma della formazione della mente dell'uomo di oggi, imponendo alla scuola di farlo proprio con vigore e con strategie efficaci. Sì, per aggiornare la visione della scienza presso le generazioni più giovani, ma pure per "affascinarle" al fare-scienza e al conoscere-la-scienza, inoltrandole nei suoi laboratori e nella sua riflessione e epistemologica e filosofica *tout court*. Legandole al Paradigma *major* della cultura moderna, ma in modo critico e problematico come qui detto più volte. Vincolandole al principio del metodo aperto del fare-scienza etc. ma anche al Grande Mistero del Mondo, che la scienza ha indagato con acribia e impegno e con risultati stupefacenti. E si rilegga su questa frontiera il volume di Morin pubblicato nel 2018.

Allora si fa importante come si insegna la scienza nella scuola soprattutto superiore, di primo e di secondo grado. *In primis* va orientata alla luce di un'epistemologia critica, anche se questa avrà il suo sviluppo solo nell'ordine superiore della scuola media, ma va anche presentata in ogni suo ambito in modo fascinoso e aperto, guardando sì alle "verità" acquisite ma insieme allo spirito d'indagine viva e aperta che deve in ogni campo accompagnarla. E come farlo? Facendo un passo indietro o al lato rispetto agli insegnamenti disciplinari in senso stretto. Sollecitando quesiti generali su statuto e funzione delle scienze. Prima per accenni efficaci poi per vie più ampie e riflessive. Affrontando anche gli aspetti più inquietanti della scienza/tecnica attuale: dall'"imbroglio ecologico" (come fu detto) al tema del *Post-human* o a quello delle neuroscienze che tendono a riportare la mente all'organico, con notevoli conquiste e con notevoli rischi nel contempo.

Allora le iniziative di rivedere e integrare l'insegnamento delle scienze rivolte a formare gli insegnanti in questo campo centrale della vita scolastica sono benvenute. Lo è questa diretta da Luigi Berlinguer, che si presenta come matura, articolata e capillare per guidare i docenti a ben aggiornare la loro didattica, legando anche la scienza al suo dover essere oggi un vero e fondante principio-formativo ma riletto secondo l'idea attuale del fare-scienza. Per esperienza più diretta posso ricordare anche le iniziative svolte dall'IRRSAE, poi IRRE, della Toscana (di cui sono stato presidente), con sperimentazioni e riflessioni significative. E cito *L'arcipelago dei saperi* rivolto al curricolo verticale tra 6 e 14 anni, uscito nel 2000/2001, ma anche il testo *Formare alle scienze nella secondaria superiore*, del 2007, e poi, *Scienza nella scuola e nel museo*, del 2007, oppure *Narrazione e complessità*, del 2005. Tutti contributi che risultano ancora efficaci per la didattica e per l'esser guidati da una visione ricca e articolata dell'idea di scienza di cui la scuola stessa non può oggi fare a meno, andando dagli ambiti specifici dei saperi scientifici e delle loro interne tradizioni di sviluppo ai problemi generali che fanno corpo intimo con tutti, e proprio tutti, i saperi scientifici, svolgendo in essi una dote precisa di riflessività filosofica, storica e sociale. Che fa autentica "educazione e formazione scientifica".

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., *Sapere scientifico e sapere filosofico*, Firenze, Sansoni, 1961

AA.VV., *Le crisi del pensiero scientifico*, Roma, Armando, 1972

AA.VV., *Il sapere come rete di modelli*, Modena, Panini, 1981

AA.VV., *La questione della tecnica in pedagogia*, "Studi sulla formazione", 2002

Th. W. Adorno et al., *Dialettica e positivismo in sociologia*, Torino, Einaudi, 1972

E. Agazzi, *Filosofia scienza verità*, Milano, Rusconi, 1989

E. Agazzi, *L'oggettività scientifica e i suoi contesti*, Milano, Bompiani, 2018

J. Ben-David, *Scienza e società*, Bologna, il Mulino, 1975

G. Bocchi, M. Ceruti, *La sfida della complessità*, Milano, Feltrinelli, 1985

H. J. Brown, *La nuova filosofia della scienza*, Bari, Laterza, 1984

H. Butterfield, *Le origini della scienza moderna*, Bologna, il Mulino, 1962

M. Callari Galli, F. Cambi, M. Ceruti, *Formare alla complessità*, Roma, Carocci, 2003

F. Cambi, *Abitare il disincanto* Torino, UTET, 2006

F. Cambi, *L'epistemologia pedagogica oggi*, "Studi sulla formazione", 2008, 1

F. Cambi, L. Barsantini, D. Polverini (a cura di), *Formare alla scienza nella secondaria superiore*, Roma, Armando, 2007

F. Cambi, F. Gattini (a cura di), *Scienza nella scuola e nel museo*, Roma, Armando, 2007

F. Cambi, M. Piscitelli (a cura di), *Narratività e complessità*, Roma, Armando, 2005

M. Ceruti, *Il tempo della complessità*, Milano, Cortina, 2018

M. Ceruti, A. Lazzarini, *Anelli ricorsivi tra saperi e territori* (in corso di stampa su "Studi sulla formazione")

J. Dewey, *Logica, teoria dell'indagine*, Torino, Einaudi, 1972

G. Di Bernardo, *Le regole dell'area sociale*, Milano, Il Saggiatore, 1983

R. Egidi, *La svolta relativistica nell'epistemologia contemporanea*, Milano, Angeli, 1988

P. Feyerabend, *Contro il metodo*, Milano, Feltrinelli, 1979

L. Geymonat, *Le ragioni della scienza*, Roma-Bari, Laterza, 1986

G. Gusdorf, *Introduzione alle scienze umane*, Bologna, il Mulino, 1972

R. N. Giere, *Spiegare la scienza*, Bologna, il Mulino, 1996

J. Habermas, *Logica della scienza sociale*, Bologna, il Mulino, 1970

M. Heidegger, *Saggi e discorsi*, Milano, Mursia, 1972

V. Hosle, *Filosofia della crisi ecologica*, Torino, Einaudi, 1992

Th. Kuhn; *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Einaudi, 1969

F. Klemm, *Storia della Tecnica*, Milano, Feltrinelli, 1959

I. Lakatos, A. Musgrave (a cura di), *Critica e crescita della conoscenza*, Milano, Feltrinelli, 1976

W. Leiss, *Scienza e dominio*, Milano, Longanesi, 1976

E. Morin, *Il metodo*. I-V, Milano, Cortina, 2001-2008

E. Morin, *La testa ben fatta*, Milano, Cortina, 2000

E. Morin, *Conoscenza ignoranza mistero*, Milano, Cortina, 2018

M. Nacci, *Pensare la tecnica*, Roma-Bari, Laterza, 2000

E. Nagel, *La struttura della scienza*, Milano, Feltrinelli, 1968

D. Paccino; *L'imbroglione ecologico*, Torino, Einaudi, 1972

M. Pera, *Apologia del metodo*, Bari, Laterza, 1982

F. Pinto Minerva, R. Gallelli, *Pedagogia e Post-umano*, Roma, Carocci, 2004

K. Popper, *Logica della scoperta scientifica*, Torino, Einaudi, 1970

K. Popper, *Congetture e confutazioni*, Bologna, il Mulino, 1972

V. Possenti (a cura di), *Epistemologia e scienze umane*, Milano, Massimo, 1979

G. Preti, *Storia del pensiero scientifico*, Milano, Mondadori, 1957

G. Preti, *Retorica e logica*, Torino, Einaudi, 1968

J. Piaget, *Le scienze dell'uomo*, Roma-Bari, Laterza, 1973

- P. Rossi, *Immagini della scienza*, Roma, Editori Riuniti, 1977
- P. Rossi (a cura di), *Storia della scienza*, I-IV, Torino, UTET, 1988
- G. Semerari (a cura di), *La scienza come problema*, Bari, De Donato, 1980
- Storia della tecnologia*, Wikipedia (enc, on line)
- Tecnica*, Wikipedia(enc. on line)
- S. Toulmin, *La filosofia della scienza*, Roma, Ubaldini, 1968
- M. Weber, *Il metodo delle scienze storico sociali*, Torino, Einaudi, 1958
- P. P. Wiener, A. Noland (a cura di), *Le radici del pensiero scientifico*, Milano, Feltrinelli, 1971
- H. von Wright, *Spiegazione e comprensione*, Bologna, il Mulino, 1977