

## SULLA VALENZA FORMATIVA DELLA CULTURA TECNOLOGICA

Domenico Chiesa

### Alcune osservazioni preliminari: il difficile rapporto tra scuola e tecnologia

«La continuità del passato, è fatta non solo dalla conoscenza della storia scritta ma dalla continua presenza delle case, delle strade, delle fattorie e delle città costruite dalle passate generazioni». Wiener descrive in questo modo quell'elemento determinante di ogni sistema sociale, che riempie ampi spazi della vita umana, che utilizza e compone difforni saperi formalizzati in campo scientifico, storico, economico e che può essere ricondotto alla tecnologia intesa come la cultura e l'esperienza collettiva degli uomini costruite attorno al lavoro.

Quale spazio, quale significato formativo è possibile dare a tale sapere nella costruzione del curricolo verticale?

È importante fare riferimento all'evanescenza con cui fino ad ora la tecnologia è stata utilizzata nel processo formativo.

Fin dal 1962 la scuola media inferiore ha riconosciuto al sapere tecnologico il diritto di cittadinanza ma l'evoluzione dell'esperienza, compresa la svolta dei "nuovi programmi" del 1979, ha fatto emergere le forti difficoltà nel dargli una funzione non marginale e riduttiva, prima schiacciata nell'"operatività/manualità" delle Applicazioni Tecniche e poi nella dimensione tutta verbalistica dell'Educazione Tecnologica dove si "parla", si "racconta" di fenomeni tecnologici. L'attività manuale in sé e la descrizione di fatti tecnologici non esauriscono assolutamente il sapere tecnologico, ne sono elementi interni che però presuppongono, per risultare significativi, un itinerario curricolare costruito sugli assi portanti della struttura concettuale e sintattica della tecnologia.

All'interno dei programmi per la scuola elementare del 1985, la riflessione sul sapere tecnologico è debole e marginale; si sottolinea, all'interno della educazione scientifica, l'importanza di porre a confronto il bambino con *«la realtà costituita dal mondo della produzione, dei prodotti e dei problemi ad esso connessi e della realtà tecnologica»*. La proposta didattica, intesa come *«primo approccio alla cultura tecnologica»*, è ricondotta al *«promuovere l'abitudine alla osservazione, alla riflessione, all'intervento tecnico, facendo largo uso del metodo induttivo e ponendo in essere soprattutto attività operative in cui l'alunno si condotto gradualmente attraverso un iter che, partendo dall'osservazione prosegue con l'analisi, la concretizzazione dell'intervento e la verifica degli effetti conseguenti ad esso»*.

Negli Orientamenti dell'attività educativa nelle scuole materne del 1991 sono profondi e radicati con il complessivo progetto culturale e formativo i richiami allo sviluppo di competenze motorie, manipolative, simbolico-concettuali necessarie per promuovere la capacità di rapportarsi e relazionarsi con la realtà naturale ed artificiale. Sono indicazioni trasversali a tutto l'insieme degli Orientamenti; in particolare si sottolinea come le abilità da sviluppare riguardino: *«l'esplorazione, la manipolazione, l'osservazione con l'impiego di tutti i sensi; l'esercizio di semplici attività manuali e costruttive; la messa in relazione, in ordine, in corrispondenza; la costruzione e l'uso di simboli e di elementari strumenti di registrazione; l'uso di misure non convenzionali sui dati dell'esperienza; la elaborazione e la verifica di previsioni, anticipazioni ed ipotesi; la formulazione di piani di azione tenendo conto dei risultati; l'uso di un lessico specifico come strumento per la descrizione e per la riflessione; il ragionamento conseguente per argomentare e per spiegare gli eventi»*. Sono indubbiamente

elementi molto significativi nell'avviare la formazione di atteggiamenti e di abilità di natura scientifico/tecnologica.

Timida e incerta la tecnologia ha conosciuto, anche per la scuola secondaria superiore dall'inizio degli anni '90, i corridoi e le commissioni ministeriali, coinvolta, con alterne fortune, nelle recite sulla riforma. È risultata una presenza discreta e dignitosa: nessuno è sceso in campo per strapparsi le vesti in sua difesa e per reclamarne e proclamarne l'insostituibile apporto formativo. Tutto questo è bene, si può ragionare e riflettere su «quale sapere tecnologico nella scuola» partendo con il piede giusto. Ma il punto di partenza rimane alquanto problematico: la tecnologia è un oggetto forte e pervasivo in ogni settore produttivo come in ogni aspetto della vita quotidiana con un'eccezione, la scuola. La scuola ha riconosciuto la tecnologia come semplice appendice/applicazione del sapere scientifico oppure come aggregato di tecniche specialistiche da attivare solo quando si pensa che lo studente sia giunto al termine del proprio percorso scolastico e anche il dibattito sull'inserimento della formazione professionale nel tempo della scuola dell'obbligo conferma questa situazione.

La tecnologia non è mai stata assunta nella scuola superiore come vero sapere, come approccio originale alla conoscenza, come fattore di cultura o di formazione generale bensì come elemento professionalizzante (in senso specialistico) da scongiurare nei licei e da confinare negli istituti tecnici e professionali; sapere tecnologico e sapere disinteressato rappresentano gli opposti nella scala dei saperi scolastici.

L'inserimento della tecnologia nel curriculum del biennio (indirizzo Scientifico-Tecnologico e indirizzo Tecnologico) ha lungamente segnato il dibattito interno della Commissione Brocca e ha rappresentato una svolta culturale storica sia per l'ambito "scientifico", in cui la cultura tecnologica è sempre stata esorcizzata, sia per l'ambito "tecnico/tecnologico" in cui il sapere tecnologico è sempre stato ridotto alle tecniche specialistiche.

La costruzione di un curriculum verticale di tecnologia è quindi una operazione né facile né indolore; la definizione di un curriculum che non soffra di astrattezza e tanto meno si riconduca ad attività addestrative o alla descrizione di tecniche, rappresenta ancora una scommessa culturale tutta aperta.

Dalla fine degli anni settanta non sono mancati elementi di riflessione significativi; penso al lavoro di Maria Secchi Famiglietti, di Mario Fierli e in particolare al lungo dibattito aperto dal CIDI con il convegno del 1980 "La cultura della scuola di tutti" che ha avuto in Bice Chiaromonte il più lucido protagonista.

Peraltro a dimensione del problema rimane quella individuata proprio nel convegno del 1980: come costruire, partendo da un progetto culturale, un percorso curricolare per tutti i bambini e tutti i ragazzi dai tre ai 15 anni (nei percorsi formativi fino ai 18) e quale significato formativo può avere la cultura tecnologica all'interno di tale curriculum verticale. La riflessione va ripresa, approfondita e riferita al nuovo scenario che si sta aprendo dentro e fuori dalla scuola.

#### Elementi contestuali al concetto di tecnologia

Al concetto di tecnologia fanno riferimento diversi significati e diversi livelli di problemi che si intrecciano e a volte generano confusione e incomprensione. Provo a ragionare sui due che mi sembrano più frequenti: il rapporto scuola-professionalità-lavoro e la dimensione operativa della conoscenza. Sono accezioni che rischiano di marginalizzare la riflessione sulla possibile valenza formativa che la tecnologia, intesa come scienza

dell'artificiale, può svolgere nel processo di insegnamento/apprendimento, ma che rappresentano un naturale contesto per l'approfondimento.

### Tecnologia, cultura del lavoro, professionalità e sistema formativo

Il problema richiamato è il nodo storico del ruolo che la scuola deve assumere nel formare alle professioni e, conseguentemente quale identità e funzione deve svolgere nella costituzione del sistema formativo integrato. Sono temi che il mondo della scuola non può eludere e che impongono, proprio nel riflettere sulla cultura della formazione di base, un approfondimento.

Le modificazioni del mercato del lavoro, l'incremento di complessità e di rapidità evolutiva delle professionalità, hanno fatto saltare un equilibrio storico che continuava a reggere, giustificare e governare l'assetto del sistema scolastico: una scuola libera, senza apparenti legami con la dimensione lavorativa (formativa in quanto "oziosa"), una scuola vincolata al raggiungimento di livelli stretti di professionalità e una scuola "interna" alla dimensione lavorativa.

Viene a cadere la tesi che, assumendo la scuola come variabile dipendente e passiva nella programmazione economica, vedeva il mercato del lavoro come il riferimento meccanico per l'orientamento degli indirizzi "professionalizzanti", mentre l'area dei licei poteva rimanere completamente estranea alle dinamiche e alle trasformazioni del mondo del lavoro.

Il rapporto scuola-lavoro diventa meno lineare, più complesso, interattivo, in grado di condizionare entrambi i poli.

Tutto ha origine, ormai tutti ne sembrano convinti (almeno a parole), dalla trasformazione delle "professionalità", del concetto stesso di professionalità.

Il mutamento produttivo, economico e sociale, l'evoluzione delle conoscenze e in particolare del sapere tecnologico, sono talmente rapidi da produrre, sul mercato del lavoro, profili professionali caratterizzati contemporaneamente da un'alta specializzazione e da una rapida trasformazione e instabilità; è il concetto di flessibilità.

Ma come costruire figure professionali flessibili e, contemporaneamente, ad alto livello di specializzazione?

Non certo anticipando il momento della specializzazione: i tempi lunghi di formazione specialistica e settoriale caratterizzavano i profili professionali rigidi e duraturi tali da coprire l'intero periodo della vita lavorativa.

Si sta realizzando sempre più una convergenza delle professioni sugli elementi persistenti dei processi piuttosto che una loro disaggregazione in riferimento ai prodotti. Crescono le competenze trasversali e le abilità comunicative e di comprensione/interazione all'interno di situazioni complesse e in forte, continua evoluzione. Il lavoro insomma, tende ad incorporare quantità sempre maggiori di competenze/conoscenze e non solo nelle fasce di professionalità medio-alte.

Proprio la nuova tipologia della specializzazione legata alle nuove tecnologie e il suo bisogno di flessibilità sono compatibili unicamente con una base di formazione di ampio e consolidato respiro culturale che solo ad un certo momento si orienti e si pieghi verso lo specifico settore professionale.

E' il definirsi di un nuovo concetto di professionalità non più statico (raggiungibile una volta per tutte nella vita lavorativa) ma dinamico "attivo", professionalità come capacità di dare ordinamento, organizzazione e operatività ad un insieme di conoscenze, all'interno di un processo produttivo ampio, costruita su un bagaglio di conoscenze (generale e specialistiche),

sulla capacità di "astrarre" sulle conoscenze, di "operativizzare", di apprendere autonomamente, professionalità come cultura in atto, in azione, parafrasando Cartesio professionalità come «cultura attiva».

Carlo Callieri ha ribadito e sviluppato tale concetto nei lavori della Commissione dei "saggi": «la professionalità è passata dal campo dell'addestramento pratico al campo della conoscenza sperimentale di tipo scientifico e tecnologico».

La ricaduta sulla scuola non può che essere significativa: la scuola assume, per tutti i suoi percorsi, un ruolo centrale nel produrre quella formazione culturale forte intesa come elemento base della futura professionalità, senza dover mortificare il compito, che le è proprio, di costruire quella formazione culturale comune necessaria ai bisogni di crescita e di identità di tutti i giovani.

La cultura stessa, nel suo valore autonomo diviene base della formazione alle professioni: formazione culturale generale e specifica non più separate nel metodo e nella funzione.

Ritengo che il ruolo della scuola si possa compiere all'interno di questo quadro di riferimento: l'estensione della scolarità di qualità (la scuola delle *competenze culturali*) a tutti i ragazzi fino a 15 anni diventa il primo, vero e specifico apporto della scuola per la formazione al lavoro. All'interno di tale progetto formativo va collocato l'eventuale ruolo della cultura tecnologica.

Non ritengo auspicabile ricercare, per questa fascia scolare, altre forme di integrazione tra scuola e mondo del lavoro o l'uso strumentale della cultura economica «organicamente orientata a cogliere i dati strutturali della realtà sociale in cui lo studente si deve inserire: il rapporto costi-benefici e mezzi-fini, la produzione e la distribuzione delle risorse, il governo del sistema economico, le relazioni politiche e oscillanti implicate nella dinamica economica»<sup>1</sup>. Si rischierebbe di tornare agli slogan sulla "la cultura dell'impresa" tanto carichi di ideologismo quanto poveri di reale valenza formativa.

Se si condividono i ragionamenti riportati diventa inoltre difficile pensare ad un utilizzo della formazione professionale in una fascia di età in cui la formazione delle fondamentali competenze culturali sia ancora da completare; è invece determinante che la formazione professionale, attraverso una sua profonda riforma, sia messa in condizione di poter sviluppare pienamente la sua vocazione istituzionale di diventare l'anello di raccordo con il mercato del lavoro liberandosi dalla necessità di surrogare e supplire a compiti propri della scuola (con cui certo deve avviare forme profonde di collaborazione e di integrazione), per essere in grado di concentrarsi sugli interventi che le sono specifici: dalla qualificazione iniziale successiva all'obbligo, alle forme di professionalizzazione e di perfezionamento successive al diploma, al sistema di rientri, intrecciandosi con la scuola secondaria, alla riconversione e riqualificazione della forza-lavoro in mobilità.

Questo è il vero modo di riconoscere alla formazione professionale e all'esperienza di lavoro una significativa e specifica valenza formativa di livello non inferiore a quella scolastica.

### Tecnologia e dimensione "operativa" della conoscenza

Si è creata, in questi anni, quasi un'ansia per il recupero della "operatività" nella scuola e in qualche modo anche parte dei ragionamenti sull'intreccio con la formazione professionale lo confermano; si sono addirittura scomodate vecchie posizioni "eroiche" della sinistra per valorizzare la forza formativa del lavoro e della cultura del lavoro.

Partendo dalla suggestione per cui l'operatività può rappresentare uno dei fattori per il passaggio dal *sapere* al *saper fare*, al *saper essere* fino al *saper vivere* si corre il rischio di

finire nella mistificazione del pensare all'operatività come dimensione "aggiuntiva" alla conoscenza percepita come inerte, nella logica che vede separato il conoscere dall'operare.

È necessario invece pensare la dimensione operativa della scuola come interna e propria del conoscere, cercando di garantire che la cultura della scuola diventi, ad ogni livello e per ogni area disciplinare, vera *conoscenza attiva* in grado di intercettare la cultura dei bambini e dei giovani e di giocare un forte ruolo nella costruzione della cultura del lavoro e della cittadinanza; va superata la logica che continua ad accettare la cultura scolastica come erudizione alla quale aggiungere scampoli di "operatività". Curiosamente e paradossalmente l'unica vera forma di operatività riconosciuta come interna al progetto formativo è quella della "traduzione" in particolare quella relativa al latino e al greco: è in fondo l'unica operatività concessa agli studenti del Liceo Classico; per le altre aree disciplinari gli aspetti operativi sono percepiti come non essenziali per l'apprendimento, si pensi alla sottovalutazione del ruolo del laboratorio per le scienze sperimentali, oppure come momenti applicativi e concettualmente successivi alla fase di studio "teorico" o semplicemente "descrittivo"; la tecnologia ne rappresenta il paradigma.

La dimensione operativa richiama pure il bisogno, valido per tutte le discipline, di avviare il superamento della contrapposizione tra insegnamento e apprendimento (che purtroppo tanto continua ad interessare la retorica pedagogica), tra scuola dell'esperienza e scuola dei contenuti, scuola centrata sul bambino e scuola centrata sulla cultura, proprio riprendendo in modo non riduttivo, le risposte già formulate da Dewey: far incontrare l'esperienza conoscitiva (rispettando i tempi dell'esperienza conoscitiva) con i "modi di guardare", i modelli conoscitivi della cultura; per recuperare ancora Dewey si potrebbe dire «intellettualizzare l'esperienza»

Allora la scuola di tutti diventa la scuola delle competenze culturali, dell'identità culturale, una scuola che non si ripiega sulla sola trasmissione del sapere ma attiva una continua costruzione e ricostruzione di significati.

E il problema ritorna ad essere quello dell'uso formativo delle discipline, cercando di superare il verbalismo, partendo dal loro significato di modalità di pensiero, di organizzare le conoscenze riferite a determinate categorie di fenomeni e quindi come "portatrici" di vincoli conoscitivi (strutture concettuali e sintattiche) in grado di sostenere competenze culturali significative. Riprendendo il primo documento dei "saggi", si può pensare alle discipline «come campi di significato che devono fornire un orizzonte intersoggettivo ma anche acquistare un senso personale e tradursi in operatività, non solo in verifiche scolastiche»<sup>ii</sup>.

Il valore di "risorsa" delle discipline sta proprio nella loro capacità di contribuire a strutturare il pensiero, di costruire mondi di significati, di fornire modelli di rapporto con la realtà, di rendere la nuova conoscenza un vero nuovo "modello d'uso". È questo il livello di "operatività" (al plurale) che la scuola deve promuovere.

Per la tecnologia il problema non è dissimile: si tratta, ma non è facile, di non tradire la specificità della dimensione operativa che è possibile riscontrare all'interno della disciplina e ricostruirla nelle attività didattiche. Allora alle suggestioni del "saper fare" generico e ambiguo, si può sostituire il "saper progettare", il "saper costruire", il "saper programmare l'uso delle risorse", il "sapersi rapportare con gli oggetti e i sistemi artificiali" che sono categorie operative proprie della cultura tecnologica.

Attorno al rapporto scienza-tecnologia

Il rapporto tra scienza e tecnologia è reso spesso incomprensibile dall'equivoco che vorrebbe la tecnologia come l'attività di applicazione delle scienze, il concreto, il particolare, dove la scienza rappresenta il teorico e il generale.

È importante costruire percorsi curricolari verticale in grado di ricostruire gli intrecci tra le due discipline a livello di oggetti di indagine di procedure e nello stesso tempo che via via metta in evidenza le profonde differenze nell'approccio ai problemi e alla conoscenza, nelle procedure, nei campi di azione, nei linguaggi. Alla base si trova quindi il riconoscimento che scienze sperimentali e tecnologia rappresentano ambiti disciplinari distinti, specifici e non sovrapponibili ma che devono trovare momenti di integrazione interdisciplinare o all'interno di ambiti problematici.

La procedura conoscitiva propria delle scienze sperimentali è orientata ad accumulare, realizzare e formalizzare modelli, rappresentazioni mentali su forme organizzative e sistemi naturali. Le procedure tecnologiche sono caratterizzate oltre che dallo studio anche dalle operazioni, metodologicamente e processualmente "inverse", del progettare, dell'eseguire e controllare organizzazioni e sistemi artificiali.

In questo contesto prende forma la ricerca di percorsi in cui scienze sperimentali e tecnologia possono esprimere autonomamente le proprie valenze formative e convergere in alcune attività in cui sia possibile integrare gli approcci conoscitivi all'interno di comuni ambiti problematici.

L'integrazione disciplinare (pluridisciplinarietà e interdisciplinarietà) ha fino ad ora avuto una storia sofferta, nel nostro sistema scolastico: continuamente richiamata e declamata, negli anni settanta e ottanta, non è mai riuscita, a livello operativo, a diventare un modello curricolare forte da poter essere contrapposto a quello strettamente disciplinare. In realtà il problema non è quello di sostituire l'impianto disciplinare con un altro modello totalizzante, bensì di costruire elementi curricolari da utilizzare a sua integrazione: integrazione disciplinare, didattica per progetti, ricerca sull'uso formativo delle discipline diventano i terreni su cui aprire il lavoro di ricerca.

Il punto di partenza può essere rappresentato dalla riflessione sui programmi in vigore anche per ritornare sulle ragioni del perché non abbiano trovato un adeguato supporto per esprimere compiutamente, nella scuola reale, le loro valenze formative: dai nuovi programmi per la scuola media (1979), ai nuovi programmi per la scuola elementare (1985), ai nuovi orientamenti per la scuola dell'infanzia (1991) fino all'elaborazione del curricolo della scuola secondaria superiore è stata effettuata dalla Commissione "Brocca" che tra gli anni 1988 e 1994.

La progettazione e la realizzazione di moduli integrati di riflessione critica sulla scienza e sulla tecnologia può essere presente per tutto il curricolo dai tre ai diciotto anni con un'articolazione di obiettivi e di attività didattiche, proprio attorno alla costruzione di questo approccio alla scienza e alla tecnologia: sistemi di conoscenza e di azione sulla realtà e fenomeni socio-culturali organizzati, sistematici e storicamente determinati.

Proprio nello sviluppo in verticale del curricolo deve essere curato l'approfondimento del legame tra scienza e tecnologia, tra ricerca scientifica e ricerca tecnologica, del livello di dipendenze dei relativi sviluppi e delle caratteristiche che le distinguono nelle finalità e nei modelli di approccio alla conoscenza.

Ma l'integrazione di alcuni elementi curricolari non può avvenire solo a livello di dissertazione teorica che finirebbe presto per risultare una nuova, anche se più sofisticata, forma di verbalismo; deve prevedere che le due discipline siano praticate a livello scolastico

mantenendo le caratteristiche che ne connotano la struttura: il metodo scientifico da un lato e il riferimento alla progettazione e costruzione del mondo dell'artificiale dall'altro.

Diventa perciò determinante che la proposta di moduli integrati, anche a livello della riflessione critica, parta dalla ricerca e dalla realizzazione di ambienti di insegnamento-apprendimento coerenti con le finalità formative delle due discipline: il laboratorio delle scienze sperimentali e il Laboratorio per la simulazione di attività tecnologiche.

La ri-progettazione dell'ambiente laboratorio per costruire e riportare ad unità il percorso conoscitivo proprio delle scienze e della tecnologia potrebbe proprio essere il campo di azione da cui avviare la ricerca; anche i due laboratori sono caratterizzati da elementi di discontinuità e da elementi che si integrano: prerequisiti, procedure, strumentazioni, operazioni conoscitive, oggetti di studio...

Dato questo contesto, alcune tematiche diventano in modo quasi naturale un terreno di convergenza e di integrazione.

Alcuni esempi:

- *L'interpretazione scientifica di alcuni fenomeni con particolare significatività tecnologica.*

Tutte le tecnologie fanno riferimento alla elaborazione teorica della scienza: si pensi all'ambito elettrotecnico, a quello elettronico, alle biotecnologie in campo sanitario e agricolo; scomporre e ricomporre con la riflessione intrecciata tale legame è un elemento fondamentale sia per il percorso curricolare delle scienze che delle tecnologie.

- *I concetti di Misura e di Misurazione*

Il passaggio alle scale di rapporti che distingue la misurazione dall'ordinamento, segna uno dei cardini della rivoluzione scientifica rappresentato dal consolidamento della dimensione "quantitativa" dei fenomeni: «dal modo del pressappoco all'universo della precisione» secondo la definizione di Koyré. Ma la misurazione è contemporaneamente uno dei problemi centrali del processo tecnologico; la ricerca può realizzarsi proprio sulle convergenze che su questo tema si realizzano tra scienza e tecnologia e sui connotati specifici che i processi di misurazione acquisiscono in ambito produttivo dove incontrano una nuova dimensione: la garanzia della qualità definita dai livelli accettati di tolleranza.

- *Lo studio dei materiali*

Anche i materiali sono un comune oggetto delle scienze e delle tecnologie; le conoscenze sulla struttura della materia sono uno degli ambiti di ricerca che fisica e chimica hanno comune (può essere lo spunto di una riflessione preliminare) ma assumono per la tecnologia una valenza particolarissima: dalle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali derivano le loro caratteristiche meccaniche e tecnologiche e questo è ovviamente all'origine del grande investimento che la ricerca tecnologica effettua in tale settore; la ricerca applicata sui materiali diventa un dei temi di interazione più evidenti tra scienza e tecnologia.

- *Il problema della simulazione di fenomeni*

Ogni forma di ricerca scientifica, e sempre più anche di quella tecnologica, prevede operazioni di simulazione: dalla riproduzione dei fenomeni in laboratorio alla simulazione dei fenomeni attraverso procedure informatiche. Operare in situazioni simulate è di estrema importanza anche in ambito di insegnamento-apprendimento, ma il livello di consapevolezza dell'insegnante deve essere molto elevato. Studiare la realtà simulata comporta procedure cognitive diverse rispetto a quelle riferite ai fenomeni reali: l'attività di astrazione, ad esempio, acquista un diverso significato perché il ritorno alla realtà prevede due passaggi (al fenomeno simulato e al fenomeno reale). Da questo punto di vista la simulazione in ambito formativo non è strettamente riconducibile a quella propria della ricerca. Si comprende quanto possa essere interessante predisporre percorsi integrati scienza-tecnologia proprio sul significato di simulazione e sul suo possibile utilizzo (da quello della ricerca fino a quello previsionale)

- *Il rapporto tra storia della scienza, storia della tecnologia e contesti economico-socio-culturali*

La nostra storia (dalla rivoluzione scientifica) è segnata dalla storia della scienza, dalla storia della tecnologia ma soprattutto dal loro rapporto e dal rapporto di queste con lo sviluppo economico, sociale e culturale. Il problema non è quello di pensare ad una storia della scienza e della tecnologia ma di cogliere di ogni fatto scientifico e tecnologico gli elementi storici che lo determinano e/o che partecipa a determinare.

- *Il rapporto tra ricerca scientifica e ricerca tecnologica*

Una riflessione specifica sui legami tra la ricerca scientifica e quella tecnologica deve trovare uno spazio a sé: proprio dalle differenze interne alle due forme di approccio alla ricerca è possibile far maturare quella piena consapevolezza culturale di cosa siano la dimensione scientifica e la dimensione tecnologica al conoscere.

Il significato conoscitivo e formativo della tecnologia

La tecnologia, come sistema di conoscenze che ha origine e che si sviluppa con straordinaria accelerazione nel mondo della ricerca legata al mondo della produzione, rimane un oggetto sostanzialmente estraneo alla tradizionale cultura della scuola e il processo per la sua utilizzazione a fini formativi può rappresentare un vero e proprio paradigma del lavoro a cui il mondo della cultura e in particolare quello della scuola sarà chiamato a svolgere per procedere dai documenti dei "saggi" al progetto curricolare.

È necessario ribaltare l'approccio che storicamente la scuola ha avuto con il sapere tecnologico per renderlo un credibile componente della formazione comune, nella prospettiva individuata, già anni fa, da Alighiero Manacorda: «una tecnologia intesa come il generale linguaggio (o logica, o metodo) della produzione materiale resta didatticamente pensabile, e affiancabile agli altri strumenti base della preparazione formale (linguistico-logico-matematici) o della concezione generale del mondo (critico-storici)»(Rif.4). Risulta inoltre possibile costruire percorsi della scuola secondaria superiore in cui possa rappresentare un asse importante dell'impianto curricolare e formativo.

Ritengo rimanga nella sostanza valido il «paradosso della tecnologia» definito da Cresswell: da un lato si è immersi nella tecnologia e la si valuta frettolosamente come un fattore indiscutibile di «progresso», o comunque di conquista e di controllo sul modo naturale,

dall'altro si ostenta un profondo disdegno, se non un vero disprezzo per le «arti banali», negando loro «ogni valore in rapporto con le attività dello spirito».

L'insufficienza della ricerca epistemologica relativamente alle scienze tecnologiche, la trasformazione dei processi produttivi e l'incredibile impatto delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione rendono problematica non solo una sistemazione statutaria ma la stessa semplice condivisione del significato di cultura tecnologica.

Mi pare, comunque, che per orientarsi nel ragionare si possa utilmente fare riferimento a tre grandi famiglie di definizioni con cui avvicinarsi alle tecnologie.

Ad un livello più generale la tecnologia potrebbe essere ricondotta a «tutto ciò che si usa di quanto di sa», coincidendo con una possibile definizione di cultura; è la dimensione “*umanistica*” della tecnologia, ma rappresenta una accezione troppo estesa; in modo meno generico la tecnologia rappresenta la *scienza dell'uso delle risorse*, la *scienza generale dei processi*.

All'opposto, nella dimensione specialistico-professionale diventa la *scienza dei sistemi produttivi*, la *scienza del lavoro e delle tecniche produttive*.

Inoltre è possibile riconoscere un livello intermedio in cui è definibile come la scienza dello studio, progettazione, realizzazione e utilizzo dei sistemi artificiali. Proprio questa accezione è quella maggiormente significativa per ripensare la valenza formativa, e quindi la forma che la tecnologia potrà assumere nel curriculum verticale almeno fin ai primi due anni del secondo ciclo.

*Scienze dell'artificiale* è il nome con cui Herbert Simon definisce quell'insieme di conoscenze che hanno come oggetto l'ampio ventaglio di attività volte alla progettazione, alla costruzione e trasformazione di qualcosa in vista di determinati obiettivi e di un migliore rapporto tra uomo e natura.

La tecnologia possiede quindi uno specifico oggetto di studio, e utilizza tutto il sapere disponibile: in questo senso intercetta e finalizza molti altri approcci conoscitivi (in particolare le conoscenze delle scienze sperimentali) attivando però un proprio specifico di ricerca.

### L'oggetto e la struttura della tecnologia

La tecnologia si interessa di artefatti, di oggetti e sistemi artificiali, di procedure; comprende nello studio i processi produttivi e le Tecnologie della Informazione e della Comunicazione ma non si esaurisce in essi.

Il concetto di «sistema artificiale» rappresenta la dimensione centrale dell'accezione di tecnologia da utilizzare a scopi formativi: la tecnologia comprende allora sia lo studio e la ricerca sui sistemi artificiali (similmente alle scienze sperimentali) sia la costruzione/trasformazione di sistemi artificiali (con procedure inverse a quelle delle scienze sperimentali). Per la tecnologia la «realtà» è rappresentata dai sistemi artificiali caratterizzati dai paradigmi della finalizzazione, della strumentalità, della funzionalità, della fattibilità efficiente, della verificabilità e dell'affidabilità a cui si somma il problema dell'impatto con il sistema “naturale”.

Proprio il paradigma della *fattibilità efficiente* segna la rivoluzione prodotta dal processo di industrializzazione; ponendosi come un ulteriore vertice al triangolo di Vitruvio (funzione, resistenza/stabilità e estetica) lo trasforma nel tetraedro che caratterizza i sistemi produttivi e gli artefatti industriali.

I modelli in tecnologia sono sistemi analoghi dei sistemi artificiali; in buona parte sono sistemi analoghi con struttura lineare o ad albero: il più generale e noto è diagramma di flusso, modello del ciclo produttivo. L'organizzazione e il controllo dei processi, unitamente ai meccanismi di retroazione e di anticipazione sono elementi centrali della struttura tecnologica.

L'uso e il governo/controllo di sistemi artificiali accanto ai processi per la loro realizzazione, rappresentano un serbatoio di procedure conoscitive, di vere e originali modalità di pensiero, di metodi e di linguaggi che la scuola deve riuscire ad attivare nel suo processo di rinnovamento. Mario Fierli, in un suo importante lavoro individuava alcuni di questi *procedimenti del pensiero tecnologico* che vorrei riprendere e sottolineare: la scelta razionale e l'ottimizzazione, la progettazione e la realizzazione, l'analisi tecnica, l'indagine, la ricerca dei guasti come processo logico.

Si soffermo solo sul concetto di progettazione. Il progettare è un fondamentale aspetto del comportamento intellettuale degli umani, è un elemento base del loro comportamento razionale: definire uno scopo, individuare le risorse disponibili, scandagliare le soluzioni già praticate da altri e/o in altre occasioni, prospettare percorsi, scegliere quello più efficace e più coerente con i mezzi, organizzare le risorse e gli strumenti necessari, avviare, governare ed eventualmente modificare il processo per il raggiungere lo scopo con la massima efficacia e la massima efficienza. È quindi un concetto certamente trasversale a moltissime discipline ma proprio in ambito tecnologico il genericismo del "metodo della progettazione" può essere ridotto per trasformarsi in procedure specifiche e verificabili legate alla definizione dei problemi e dei loro componenti, all'analisi mezzi-fini, alla logica della ricerca di alternative possibili, della loro sperimentazione e verifica.

Particolarmente importante è mettere in gioco tutte le implicazioni cognitive contenute nei processi di progettazione realizzabili anche in situazione scolastica, adeguandoli ai diversi livelli di età:

*a. Cogliere un bisogno/problema.*

La situazione problematica deve essere reale, si deve inciampare nel problema: deve essere percepito il gap tra il problema e il livello di soluzione che ad esso si può offrire. In questa situazione si deve produrre la separazione del binomio problema-soluzione. La definizione del problema sarà molto incerta e comunque la ricerca di una soluzione più adeguata produrrà anche una chiarificazione e una riproposizione ad un livello più alto dello stesso problema di partenza.

*b. Raccogliere informazioni attinenti (anche ridondanti) facendo riferimento a "depositi di memoria" (dei singoli e della scuola).*

Il problema individuato è già stato tale per altri, in altre situazioni: bisogna scavare in esse per vedere come è stato posto, quali soluzioni sono state adottate, quali percorsi sono stati seguiti, con quali esiti; ci sono cioè tanti dati da raccogliere (solo apparentemente in modo disordinato), vagliare e poi classificare scegliendo una forma di classificazione. Si deve disporre di depositi di memoria: quelli dei singoli studenti e quella della scuola, magari frutto del lavoro degli anni precedenti. Non è una ricerca casuale: il livello corrisponde alla ricchezza delle conoscenze degli studenti. Anche lo studio può essere mezzo di raccolta dati

c. *Ridefinire il problema in funzione della soluzione (quali caratteristiche dovrà soddisfare la soluzione).*

Il lavoro sulle informazioni ha senza dubbio modificato la percezione del problema: ha dato forma ai contorni, ai particolari, alle sfumature: è quindi ora possibile una ridefinizione del problema avendo forse più esplicite le caratteristiche che la soluzione (o le soluzioni) dovrà rispettare per essere accettata

d. *Operando sulle informazioni e sulla ridefinizione del problema prospettare, prefigurare alcune idee risolutive.*

Non esiste una individuazione di problema che non induca anche un abbozzo di soluzione; quindi già dall'inizio con il problema si aggirava, in modo confuso e incerto, un'idea di soluzione; a questo punto però questa idea (o queste idee) deve essere sollecitata; le idee di soluzione saranno tanto più diverse da quelle iniziali tanto più la raccolta dati è risultata ricca di esperienza, di stimoli e di significati culturali; non si è solo giustapposta ai modelli d'uso precedenti, ma con essi ha interagito producendo modifiche.

e. *Sperimentare le soluzioni proposte.*

La verificabilità è una delle condizioni fondamentali che connotano il processo tecnologico: significa possedere dei criteri di riferimento (oggettivi e condivisi) tali da rendere possibile valutare la significatività della soluzione prospettata in riferimento al problema

f. *Proporre una soluzione che corrisponda alle caratteristiche esplicitate.*

In sostanza si torna al problema e a ridefinirlo: uno degli scopi della progettazione è proprio la continua ridefinizione del binomio inscindibile problema-soluzione. È importante che il valore della soluzione/prodotto risulti effettuato in riferimenti a reali criteri di valore d'uso e di coerenza.

Ma la tecnologia non può essere ricondotta ai soli aspetti concettuali, metodologici e sintattici delle "scienze dell'artificiale". L'elemento che caratterizza i fenomeni tecnologici e che fornisce loro proprio la valenza formativa è la loro non isolabilità dal contesto in cui sono inseriti; contesto di natura culturale e socio-economica: la tecnologia è il sapere e l'esperienza collettiva degli uomini sedimentata nel lavoro, il sapere utilizzato nelle attività produttive e disponibile da un sistema economico-sociale in un determinato momento storico. Mi pare che proprio dall'incontro e nell'intreccio della dimensione storico/culturale con quella concettuale/sintattica sia possibile aprire il lavoro di approfondimento.

Facendo ancora riferimento alla progettazione si pensi, ad esempio, alla ricchezza formativa contenuta nel possibile lavoro didattico (in cui gli aspetti teorici e conoscitivi non sono separabili da quelli operativi) relativo al ruolo svolto dalle scuole di progettazione industriale, a cominciare dalla Bauhaus, nello sviluppo e nella ridefinizione della cultura dell'oggetto "seriale", del concetto di standard e del significato culturale del prodotto industriale.

### La tecnologia nel curriculum verticale

Quale significato e quale presenza può dunque assumere la tecnologia a scuola?

Si chiedeva Roberto Maragliano alcuni anni fa: «perché operano ancora tanti pregiudizi nei confronti di un ingresso di quest'area di formazione (la tecnologia) che avvenga attraverso il portone principale e non quello secondario della scuola?», e trovava come risposta: «le ragioni sono molteplici e probabilmente portano tutte ad una conclusione [...]: la disciplina non ha ancora raggiunto una piena dignità né sul piano scientifico né su quello didattico. In altri termini, i suoi limiti di definizione e di articolazione si traducono facilmente in parzialità e genericità pedagogiche. Un difetto tira l'altro. Da una parte le difficoltà di racchiudere in

una logica di sistema una zona di conoscenze e di pratiche che stanno alla base dei modi di produzione e talvolta si nascondono dietro di essi, dall'altra i riflessi di tali limitazioni sul piano della didattica; limitazioni che a loro volta si intrecciano con la difficoltà di dare valenza formativa all'esperienza di lavoro e di sottrarla ai vizi di un discorso genericamente filosofico o banalmente empirico»<sup>iii</sup>. È un'analisi che continuo a condividere: anche le più significative riflessioni "teoriche" sulla tecnologia non sono riuscite a produrre proposte di attività formative adeguate.

Come promuovere allora un processo in grado di sviluppare da un lato la riflessione generale e dall'altro di definire una credibile forma scolastica per la tecnologia, che non la riduca ad un oggetto irriconoscibile, ad una giustapposizione di *bricolage* e di *racconti descrittivi* sui cicli produttivi?

Certo è necessario un profondo ripensamento sul significato e anche alla benefica dirompenza che può avere l'ingresso della tecnologia nella scuola; forse si potrebbe partire dalla riflessione sulle competenze culturali che la tecnologia è in grado di far acquisire e sviluppare, legandole proprio all'utilizzo di alcune procedure conoscitive della cultura tecnologica, intesa come riflessione sulle tecniche, come scienza dell'uso delle risorse, come scienza generale dei processi e come scienza dello studio, della progettazione e della realizzazione di sistemi artificiali.

Ci si può orientare su tre direzioni:

- La comprensione dei «prodotti» della tecnologia (i sistemi artificiali)
- La comprensione dei «processi», delle «procedure» della tecnologia
- La comprensione del complesso rapporto tecnologia-società-natura

Diventa allora possibile definire alcune competenze culturali legate alla cultura tecnologica. Competenze trasversali quali la capacità di progettare processi per utilizzare/organizzare risorse, comprese le conoscenze, per la soluzione di problemi.

Competenze specifiche quali la capacità di analizzare, comprendere, dominare sistemi artificiali (metodo dell'astrazione funzionale per livelli di aggregazione, organizzazione gerarchica e funzionale degli elementi di una sistema artificiale, tecniche di analisi funzionale...), la capacità di comprendere alcuni elementi dell'«impatto» tecnologia-sistema sociale e sistema sociale-tecnologia, riconoscendone e attivandone la dimensione storico-culturale nonché quella dell'impatto tecnologia-ambiente.

Competenze di natura specialistico/professionale riconducibili alle capacità di operare in sistemi produttivi.

Partendo proprio dalla definizione di competenze culturali comincia a poter prendere forma un reticolo di attività didattiche coerenti:

- Manipolare, usare artefatti e procedure con destrezza e con maestria.
- Studiare, analizzare, smontare e costruire artefatti e procedure per comprendere il legame funzione-struttura
- Studiare e praticare cicli tecnologici nelle modalità con cui storicamente si sono evoluti (produzione artigianale e produzione seriale) per comprendere il legame funzione-struttura-ciclo costruttivo
- Incontrare la dimensione "professionale" della tecnologia relativamente ad artefatti e a procedure; è il terreno che caratterizza la scuola dopo i 15/16 anni, quando il "tempo della scuola" si intreccia con il "tempo del lavoro".

In una prima e grezza forma di approssimazione si possono prefigurare quattro modalità con cui la tecnologia può essere presente nel curriculum verticale:

- interna alle diverse attività di insegnamento apprendimento (nella fase iniziale del primo ciclo scolastico)
- dotata di una propria autonomia all'interno dell'unicità del curriculum (nella fase terminale del primo ciclo)
- disciplina di indirizzo (nella fase iniziale del secondo ciclo)
- discipline di indirizzo (nella fase terminale del secondo ciclo)

Rimangono da sviluppare diversi nodi storici relativi alla scolarizzazione della tecnologia.

Tra questi vi è la difficoltà ad utilizzare, a fini formativi, gli "specialismi" specifici della tecnologia (delle tecnologie); come è possibile non esserne sommersi e d'altra parte come si può ridurre il peso senza snaturare e vanificare la struttura disciplinare?

Certo lo specialismo fine a se stesso non dovrebbe far parte della cultura scolastica (ecco un'altra battaglia da vincere...) però lo specialismo è anche una componente fondamentale della ricerca, una condizione del suo stesso avanzamento; e a questo livello il problema non è facilmente risolvibile con l'aggravante che la riflessione e la ricerca su tale terreno è insufficiente.

C'è una notazione di Geymonat che può in qualche modo aprire spazi di lavoro; ne propongo un passaggio: «Nello specialismo c'è un abbozzo di visione del mondo o no? io credo che ci sia, ho cercato di mostrare in tutti i miei lavori che la scelta specialistica implica una visione del mondo; lo specialismo deve essere, direi, rivisitato non rinnegato, e qui viene veramente approfondito l'uso della parola "dialettica" che nega e afferma. Lo specialismo viene in un certo senso negato ma anche accettato, per essere il punto di partenza del suo superamento; altrimenti si ha lo specialismo-chiusura che affronta con una visione riduttiva anche questioni in sé inerenti.»<sup>iv</sup>. Certo l'uso degli specialismi con modalità formative rimane il risultato del lavoro di mediazione culturale che attende il mondo della scuola e della ricerca.

Un altro problema si può identificare nel livello di simulazione dei fenomeni tecnologici che è possibile e corretto attivare nella scuola e il conseguente legame con i luoghi della ricerca e della produzione. Le attività scolastiche non possono essere ridotte né alle descrizioni decontestualizzate né alle esercitazioni o alle prove di laboratorio; verrebbero a vanificarsi, in particolare con il verbalismo, i presupposti necessari per dare valenza formativa alla disciplina; però costruire attività scolastiche che non cadano nella banalizzazione (altro nemico della tecnologia) prevede un livello di consapevolezza e di governo del livello di simulazione molto alto; diventa dunque fondamentale approfondire la riflessione sulla natura del *Laboratorio per la simulazione di attività tecnologiche* e del relativo *Centro di documentazione* che possano permettere agli studenti la realizzazione di continue esperienze di percorsi progettati e sottoposti continuamente a controllo ma caricati di valenza problematica e capaci di sostenere forme di riflessione tecnologica.

L'ultimo nodo che vorrei proporre è rappresentato dal ruolo e dall'impatto che stanno assumendo le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (che recentemente hanno fatto il loro ingresso ufficiale in un curriculum sperimentale del biennio della scuola secondaria superiore). C'è un gran discutere nel mondo della cultura e in particolare alcuni interventi (si pensi a quelli recenti di Domenico Parisi, che si rifanno a tesi ormai "storiche" di Papert e di Negroponte, stanno indubbiamente sollecitando nuovi orizzonti per il significato stesso di scuola e di insegnamento/apprendimento in cui la nuova dimensione tecnologica non è presente solo a livello di strumento e di oggetto di studio ma di vero "ambiente di apprendimento".

È certo questa una fase di incertezza in cui profeti del mondo nuovo si contrappongono a «custodi di lucignoli spenti» ed è quindi complesso leggere e interpretare il reale significato che i computer e le reti telematiche potranno assumere sulle modalità del conoscere e dell'apprendere. Da un verso si continua a sottovalutare le caratteristiche stravolgenti di questo artefatto in grado di assorbire e di elaborare dati e procedure logiche, di possedere addirittura uno stile logico e da un altro verso pesa la suggestione che questo artefatto con fisionomia umana (si pensi alla ricerca sulle interfacce) produce sul nostro immaginario proponendo un nuovo sogno dell'automa.

Intanto penso che la scuola dovrebbe valorizzare le reali opportunità che le reti e i computer rendono già disponibili: dalla ormai vecchia, e chissà perché fuori moda, "programmazione" (imparare a "domare" il computer per raggiungere determinati scopi), all'uso strumentale (che comprende un valore cognitivo aggiunto) per scrivere, disegnare, ordinare, catalogare, fino agli assaggi di ambienti di realtà virtuale (ambienti ipertestuali e multimediali, rete telematica, simulazione, sistemi esperti...) anche come momenti di riorganizzazione del sapere. Continuo però a pensare che le opportunità di incrementare "tecnologicamente" la qualità della formazione prevedano un incremento e non una perdita nella cultura e nella professionalità degli insegnanti.

Nel ragionamento, fin qui svolto, ho cercato di cogliere il valore formativo e culturale che la tecnologia potrebbe apportare al progetto di curricolo verticale e a quali livelli la struttura concettuale e sintattica della cultura tecnologica può incontrare le strutture di pensiero e i mondi di significato degli studenti. La tecnologia, e lo voglio ancora sottolineare, viene pensata fundamentalmente come una risorsa per la formazione culturale di base e non come elemento di formazione alle professioni; certo sono due elementi tra loro non estranei, ma che non vanno confusi: la formazione specifica e specialistica alle professioni (alle qualifiche), per la quale il contributo delle tecnologie è centrale, presuppone che la formazione culturale sia consolidata ed è proprio a questo livello che la tecnologia può risultare significativa.

Ma, ahimè, rimane da svolgere un lungo lavoro di mediazione culturale affinché ciò risulti possibile.

## BIBLIOGRAFIA

---

- [1] Wiener N, *Introduzione alla cibernetica*, Torino, Boringhieri, 1997
- [2] in particolare nel libro M.S. Famiglietti, *Didattica e metodologia dell'educazione tecnica*, Milano, Bruno Mondadori, 1979
- [3] in particolare nel libro Fieri M., *Guida alla tecnologia*, Roma, Editori Riuniti, 1983
- [4] in Studi e documenti degli Annali della Pubblica Istruzione n. 78, Firenze, Le Monnier 1997
- [5] C. Callieri in "Studi e Documenti degli Annali della Pubblica Istruzione, n.78, Le Monnier, 1997 pag 256
- [6] Sintesi dei lavori della Commissione – 13 giugno 1997
- [7] Manacorda M.A., *La scuola degli adolescenti*, Roma, Editori Riuniti, 1979
- [8] Cresswell R., *Tecnica*, (in Enciclopedia vol. 13) Torino, Einaudi, 1981
- [9] Simon H., *Le scienze dell'artificiale*, Bologna, Il Mulino 1988
- [10] Fierli M., *Guida alla tecnologia*, Roma, Editori Riuniti 1983

- 
- [11] R. Maragliano in M. Fierli, *Guida alla tecnologia*, Roma, Ed. Riuniti, 1983, (presentazione)
- [12] L. Geymonat, *Storicità ed attualità della cultura scientifica*, in “Insegnare”, n. 11-12, 1986
- [13] in particolare: D. Parisi, *Quali sono i veri problemi della scuola?*, in *Il Mulino* n. 3, 1987  
D. Parisi, *E' una macchina di talento: ci restituisce l'esperienza*, in *Telema* n. 12, 1998  
Liverani M., Parisi D., *Assiri “virtuali”: le simulazioni come laboratori didattici*, in *Iter* n. 1, 1998