

Formazione professionale, nuove tecnologie e cultura scientifico-tecnologica

Indicazioni emergenti da uno studio-ricerca del CNOS

Michele Pellerey

Nel 1982 il CNOS ha realizzato per conto del Ministero del Lavoro uno studio-ricerca denominato « La terziarizzazione del secondario e le sue ricadute sulla cultura matematica, scientifica e tecnologica dei curricula di formazione tecnico-professionale ». Vengono qui riassunte le principali indicazioni che emergono da tale lavoro sia sul versante dell'analisi della situazione, che su quello della proposta innovativa.

Il problema studiato

Certamente l'evoluzione economica, sociale e produttiva del nostro Paese costituisce lo sfondo di ogni indagine sulle trasformazioni nella domanda di formazione. Ma oggi questo sfondo presenta tali elementi di tensione, che derivarne indicazioni precise potrebbe sembrare se non utopico, almeno presuntuoso. Ci si trova infatti in un delicato punto di svolta, nel quale interferiscono scelte di politica economica e industriale ancora in fase di difficile definizione.

La questione cruciale può essere così riassunta in estrema sintesi. Ci troviamo di fronte a un passaggio altamente delicato, la transazione, cioè, che, partendo da un sistema industriale sviluppatosi e consolidatosi negli anni sessanta, porta: prima a momenti di incertezza negli anni settanta;

poi, in quelli ottanta, a un'urgente domanda di nuova industrializzazione; e, infine, alla necessità del consolidamento di un diverso sistema industriale per quelli novanta.

Un esempio classico è dato dall'industria dell'acciaio. Negli anni sessanta essa costituì un punto di forza dello sviluppo industriale italiano, oggi, invece, sta divenendo sempre più appannaggio di altri paesi industrialmente emergenti come Turchia, Egitto, Taiwan, Korea del Sud. Di fronte a una concorrenza spietata in questo settore e alla caduta di domanda di acciaio, occorre passare, se si vuole rimanere agganciati alle nazioni maggiormente industrializzate, da un'industria di trasformazione a basso valore aggiunto, che esige una del pari debole e limitata diffusione di competenze professionali, a un'industria avanzata, che fornisce un alto valore aggiunto, ma che, proprio per questo, implica elevate competenze professionali. Ciò, evidentemente, comporta capitali, know how e, soprattutto dal nostro punto di vista, flessibilità di adattamento dei processi formativi di base e capacità di riprofessionalizzazione degli operatori ai vari livelli.

In questo scenario, le proposte di trasformazione sia dei processi formativi propri della scuola secondaria superiore, sia di quelli del sistema regionale di formazione professionale sembrano sottovalutare il gap formidabile esistente tra contenuti formativi attualmente presenti nella scuola tecnico-professionale e contenuti richiesti da questa nuova professionalità. La richiesta che la nuova industrializzazione segnata dall'influsso del terziario avanzato pone ai sistemi formativi statale, regionale e privato, implica *in primo luogo, a nostro avviso, un profondo ripensamento della cultura tecnico-scientifica di base*. Più specificatamente si esige un'attenta ricognizione e trasformazione, quando non introduzione ex novo, di discipline come matematica, fisica, chimica, tecnologia generale, informatica e telematica. Comprendere e saper intervenire in modo consapevole ed efficace nell'attuale, e soprattutto nel futuro, sistema produttivo e gestionale industriale richiede una base conoscitiva che va ben al di là di semplici aggiornamenti contenutistici. È una vera e propria nuova razionalità da promuovere: nuove capacità intellettuali che da una parte si basano su nuovi concetti, principi e procedimenti, ma dall'altra anche su nuove modalità di pensiero e di soluzione dei problemi. Esplorare, almeno a un primo livello di definizione questo mondo, per tanti versi poco considerato, è l'obiettivo generale di questo studio.

Ci si trova evidentemente a un punto di intersezione abbastanza complesso e delicato di influssi e sollecitazioni che provengono da vari e talora contrapposti versanti: quello della ricerca scientifica, quello della innova-

zione tecnologica e industriale, quello del sistema formativo, quello della cultura di appartenenza. Generalmente le proposte di cambiamento nei programmi scolastici sono venute o da associazioni scientifiche come l'Unione Matematica Italiana, o la società di Fisica Italiana, oppure da gruppi di ricerca interni alla scuola. Raramente, a nostra conoscenza, si è cercato di cogliere in modo più sistemico le istanze provenienti dai versanti sopra ricordati. Ed è proprio per portare un contributo in giusta direzione, che è stato prima proposto, poi, sviluppato, questo progetto.

Lo scenario di riferimento

Per inquadrare il problema affrontato, è stato in primo luogo ricostruito lo scenario di fondo esistente e, almeno secondo alcune grandi linee, quello prospetticamente ipotizzabile in base a realistiche e sufficientemente attendibili esplorazioni.

La dinamica dell'occupazione evidenzia una caduta della massa degli occupati nel settore agricolo, un lento, ma significativo, declino di quella propria nel settore industriale e una crescita vigorosa di quella del settore terziario. Non è un dato nuovo. Ma l'interpretazione di esso non è così agevole, né se ne possono trarre conseguenze troppo immediate. Un esempio illustra la cautela necessaria nel leggere queste statistiche. Una casa costruttrice di automobili distacca i suoi 500 addetti ai servizi informatici e i tecnici che vi fanno capo in una società autonoma di servizi ad hoc costituita. La nuova società fornisce alla casa madre le stesse prestazioni date prima del distacco, prestazioni oggi però regolarmente fatturate; essa inoltre si apre sul mercato libero vendendo servizi quando non sia completamente saturata dagli impegni con la casa madre. Le statistiche dell'occupazione registreranno una caduta di 500 occupati nel settore industriale e un aumento di 500 addetti nel settore dei servizi. Sul piano però dell'economia reale nulla è cambiato. Questo esempio non è isolato. Destruzzurazioni aziendali, che seguono il modello dell'informatica distribuita, sono oggi all'ordine del giorno. Casi significativi riguardano la pubblicità, il marketing, la contabilità, i servizi legali, la progettazione. Nel caso della grafica lo stesso processo di produzione tende ad occuparsi di tre tronconi fondamentali: la preparazione del testo (ivi comprese le immagini), la formatura e la stampa, l'allestimento. Il primo troncone assume sempre più la configurazione dei lavori di ufficio.

L'ultima considerazione ci introduce in un ambito ancora più delicato

di riferimenti interpretativi. I cambiamenti interni al settore industriale sono stati spesso denominati di terziarizzazione, in quanto si sviluppano sul modello proprio dei servizi, in qualche caso degli stessi lavori di ufficio. A questa terziarizzazione è stato anche dato l'aggettivo di « avanzata », nel senso che essa utilizza principi e tecnologie propri dell'informatica e della telematica. Ma le cose nella realtà dei differenti contesti produttivi sono assai articolate. Sembra infatti che l'incidenza dell'automazione assuma caratteri assai modesti e superficiali in alcune tecnologie, ad esempio quelle del settore auto, mentre si manifesti incisiva e penetrante in altri, come quello delle telecomunicazioni e in particolare della telefonia. I robots nel primo caso, cioè, sostituiscono gli operai nelle lavorazioni, ma non rivoluzionano la concezione di base del processo produttivo, mentre nel secondo caso è la stessa progettazione che segue nuovi concetti e principi e innesta nuove conoscenze scientifiche e tecnologiche, trasformando dal profondo il processo implicato. La terziarizzazione del secondario non risulta così omogenea né qualitativamente, né quantitativamente.

Esemplare è, d'altra parte, un dato previsionale recentemente prospettato¹. Per l'Italia degli anni 90 si prevede un terminale per occupato nel settore impiegatizio, e un tecnico dell'informatica ogni 20 utenti passivi.

Oggi gli impiegati sono circa 5 milioni. Significa quindi che entro una decina di anni potranno esservi in Italia almeno 4, 5 milioni di utenti passivi dell'informatica, e circa 250.000 professionisti.

Se questa previsione è vera i problemi della formazione sono davvero imponenti:

- 1) dove si addestrano i 4, 5 milioni di utenti passivi? È vero che il loro costo di addestramento è sempre molto ridotto?
- 2) dove si addestrano i 250.000 professionisti dell'informatica?

I processi formativi nel campo tecnico-professionale

Il precedente cenno ci porta immediatamente verso il secondo polo di riferimento della nostra ricerca: il sistema scolastico e formativo. Si afferma spesso infatti che² gli investimenti in capitale umano si possono collocare solo in una prospettiva di medio/lungo periodo (5-10 anni). Ed è anche

¹ M. RICCIARDI sul n. 19 (1983) di *Economia, istruzione e formazione professionale* dedicato a « Nuove tecnologie, organizzazione del lavoro, professionalità emergenti ».

² Cfr. ad es.: A. RUPERTI, *ibidem*.

vero che il sistema formativo e scolastico è altamente vischioso e resistente al cambio. Esigenze immediate e di medio periodo poste dalle trasformazioni in corso non potranno così essere soddisfatte che in tempi lunghi. Come ha reagito o reagisce a questa realtà la scuola e la formazione professionale?

I dati raccolti e che riguardano nel complesso il sistema scolastico e formativo italiano, indicano una preferenza ancora assai accentuata di attenzione al settore industriale a scapito di quello terziario. Una parte dello spazio lasciato libero è occupato da iniziative formative a carattere completamente privato. D'altro canto le timide innovazioni intraprese concernono soprattutto il settore dei servizi. Scarsa considerazione è stata rivolta alle esigenze della terziarizzazione avanzata del settore industriale. Si prospetta quindi un compito assai vasto e complesso di riconversione dei processi formativi. Purtroppo i tempi non solo stringono, ma per molti versi sono già superati. Se questo è un dato già assai pesante e fonte di preoccupazioni, ancor più allarmante appare il ritardo raggiunto per quanto riguarda i contenuti stessi dell'apprendimento. L'analisi, infatti, delle trasformazioni tecnologiche e organizzative in rapido corso di attuazione evidenzia un vasto ambito di conoscenze e di abilità operative che ormai entrano a far parte della domanda di professionalità, come componenti essenziali. Noi ci limitiamo, come già accennato, al settore produttivo meccanico e grafico, ma è facile riscontrare analoghi caratteri di nuova domanda di formazione in altri ambiti produttivi e occupazionali.

Quali le ricadute sull'insegnamento delle materie scientifiche, della matematica e della tecnologia? Non sembri questo un indebito allontanarsi dalle esigenze immediate della professionalità.

Uno dei caratteri fondamentali della tecnologia moderna è, infatti, la sua stretta connessione con la scienza. Senza entrare nei dettagli di un'analisi attenta di queste due realtà, occorre però ricordare che, sebbene esista tra esse una differenza di natura (la prima ha come obiettivo il progresso della conoscenza, la seconda la trasformazione della realtà data), tuttavia le loro interazioni sono assai strette. Ambedue procedono per operazioni (vere e proprie trasformazioni), dipendono da schemi formali, le loro operazioni sono ancora tematizzabili (cioè possono formare oggetto di studio ulteriore), sono generalizzabili e interdipendenti. La scienza d'altronde avanza per l'apporto tecnologico a lei necessario e la tecnologia per le nuove informazioni e conoscenze che la scienza le mette a disposizione e che essa inserisce nei sistemi materiali e sociali. La scienza e la tecnologia, d'altra parte, non si occupano solo di fatti e fenomeni e sistemi materiali, ma anche sociali, economici e

culturali. Le basi scientifiche della tecnologia sono assai più ampie di quelle tradizionalmente supposte; esse si estendono non solo alle scienze formali (logica, matematica e, oggi, informatica e telematica) e sperimentali (come fisica e chimica), ma anche alle nuove scienze, quelle appunto che studiano i sistemi sociali, culturali, economici, ecc.

Così le basi della nuova organizzazione del lavoro si possono trovare in approfondimenti scientifici di tipo matematico (teoria dei grafi) e informatico (teoria dei sistemi e degli algoritmi).

L'impressione che si ricava dall'analisi dei programmi e dalle proposte di innovazione avanzate è che l'impostazione dell'insegnamento della matematica, della fisica e della chimica e delle altre scienze sia poco coerente con questa stretta connessione e interdipendenza tra scienza e tecnologia. Anche nella configurazione delle guide curriculari relative alle fasce di professionalità le varie discipline scientifiche sembrano essere un trasferimento, spesso materiale, di programmi e metodi tradizionalmente presenti nei corsi degli Istituti Professionali e Tecnici. Questi d'altra parte si presentano statici e superati, anche da un punto di vista scientifico.

La ricerca, oltre alla documentazione raccolta per quanto concerne i programmi attualmente in vigore, e quelli proposti in vista di prossime riforme o innovazioni, ha voluto controllare la situazione da almeno due altri punti di vista: quello dei libri di testo e quello delle attese o delle esigenze degli insegnanti.

Per il primo punto di vista è stata svolta un'accurata analisi dei contenuti attualmente sviluppati nei libri di testo più diffusi e del peso loro dato nella trattazione. È stata anche inclusa, per un confronto critico, una comparazione riassuntiva dei syllabus inglesi attualmente in vigore per un livello di scolarità paragonabile a quello di fine biennio di scuola secondaria superiore o fine corsi di formazione professionale. È stata data una particolare enfasi all'analisi dei contenuti di matematica per alcune ragioni importanti. In primo luogo questa materia appare sempre più cruciale negli sviluppi di un'autentica acquisizione di conoscenze e capacità in campo sia scientifico, sia informativo. In secondo luogo, perché da rilevazioni sempre più accurate appare che l'acquisizione di concetti, principi e procedimenti matematici sia in Italia assai debole, limitata e chiusa alle applicazioni.

Per il secondo punto di vista è stato predisposto, sulla base delle analisi precedenti, un dettagliato questionario articolato secondo discipline scolastiche e secondo ordini di scuola (Istituti Tecnici e Centri di Formazione Professionale). Questo questionario è stato validato in base a un limitato tray-out. Esso è però ora disponibile per un'indagine sistematica ulteriore.

Non era d'altra parte pensabile giungere a livelli più avanzati di indagine dato il tempo e le risorse disponibili.

Questioni irrisolte e urgenze di cambiamento

È utile ricordare ora alcune delle questioni più importanti analizzate dalla ricerca e indicare le direzioni secondo le quali il discorso avviato dovrebbe svilupparsi.

In primo luogo va ricordata la debole formazione scientifica ancora presente nel nostro sistema scolastico. Essa ha radici assai profonde nella storia e nel pensiero dominante la cultura italiana. I tentativi finora fatti di superare il gap profondo che ci divide da culture diverse, come quella inglese o francese, non hanno portato ancora a un'adeguata trasformazione del processo di insegnamento e apprendimento della scienza. I programmi della scuola media pubblicati nel 1979 sono per molti versi contraddittori in sé e in relazione ai bisogni di alfabetizzazione scientifica. L'interpretazione poi che ne è stata data nei libri di testo e nell'insegnamento reale ha aggravato questa situazione, riducendo lo studio della scienza a una lettura acritica e a un'acquisizione meccanica di fatti, definizioni, leggi. Una corretta iniziazione scientifica implicherebbe da una parte un'attiva partecipazione, anche se a livello elementare, a processi di modellizzazione scientifica della realtà fenomenica esterna e sulla base di approcci diversificati ma consolidati, e, dall'altra, a una sistematica utilizzazione di quanto appreso alla soluzione di problemi significativi e alla comprensione di sviluppi tecnologici essenziali. Chimica, fisica, biologia, scienza della terra sono visti troppo a ogni livello nella sola loro costruzione interna, come descrizione di un'organizzazione fine a se stessa e non nel loro momento costruttivo e applicativo. Di conseguenza non vengono promossi nel corso dell'intero curriculum processi cognitivi essenziali che sono alla base della definizione delle scienze della natura e delle loro relazioni con la tecnologia.

L'insegnamento della tecnologia è assai fragile ed episodico. L'educazione tecnica della scuola media è incerta tra iniziazione alla manualità e descrizione di processi. Nella secondaria superiore l'insegnamento di questa materia è condizionato da un ritardo ancora pesante, almeno in Italia, tra sviluppi attuali e loro trasferimento in un quadro coerente e produttivo di contenuti e metodi di insegnamento. Spesso si continua a considerare la tecnologia come un insieme incoerente di tecnologie specifiche, cioè di macchine e di metodologie di lavorazione ad esse connesse, senza aprirsi a un'analisi

sistematica e completa degli interi processi di produzione, e di lavorazione e dei sistemi di gestione e di organizzazione del lavoro. Esempio è la situazione della tecnologia grafica.

La domanda di formazione nel campo informatico è sempre più insistente e condizionante, ma la capacità di inserimento di concetti, principi, procedimenti di questo tipo informatico nei processi di insegnamento è lenta, faticosa, in molti casi praticamente inesistente. Occorre una vera e propria riconversione del personale docente, ma da una parte questo personale presenta resistenza elevata ad accettare questa nuova scienza, dall'altro mancano riferimenti sistematici e produttivi ai quali affidare la riconversione. Nei casi più vivaci, poi, sembra che ci si attesti più su una trattazione informatica come insieme di tecnologie che come un quadro di conoscenze e metodologie necessarie per affrontare e risolvere problemi. Ciò porta a distorsioni nell'immagine stessa dell'informatica, ma soprattutto non favorisce lo sviluppo di quelle capacità, appunto, che sono richieste dalle trasformazioni tecnologiche in corso.

Questo ci porta immediatamente alla questione dell'insegnamento della matematica. Sono presenti ancora contenuti del tutto superati, come l'introduzione delle tabelle trigonometriche e logaritmiche; dominano impostazioni logiciste e sintetiche, di fronte alla richiesta esplicita di capacità rappresentative analitiche e di soluzione di problemi. Geometria analitica, teoria delle funzioni e delle loro rappresentazioni, trasformazioni geometriche sono trascurate, spesso spostate a collocazioni indebite, talora inesistenti. Permane un'immagine della matematica chiusa nella sua torre d'avorio, tutta attenta a preziosismi terminologici e a pulizia di scrittura. Non si accetta una matematica come strumento intellettuale di somma potenza per rappresentare e risolvere i problemi posti dalle applicazioni scientifiche e tecnologiche.

Conclusioni provvisorie e nuove piste di ricerca

Se cogliamo il problema più in profondità, possiamo identificare almeno tre grandi aree intellettuali mortificate e non adeguatamente stimolate dagli insegnamenti attuali, nonostante la loro centralità al fine di una partecipazione cosciente agli sviluppi tecnologici odierni e alla possibilità di intervento produttivo in essi.

La prima si identifica nella capacità di rappresentare con strumenti adeguati (simboli e segni grafici coerenti e ben connessi tra di loro) processi sia fisici, sia tecnologici, nella loro completezza e complessità. È una vera

e propria costruzione di modelli, grafici, simbolici e fisici, che utilizza da una parte concetti, principi e procedimenti propri delle varie scienze, dell'informatica e della matematica, e dall'altra rispetta le esigenze del problema da affrontare e risolvere.

La seconda sta nella capacità di argomentare a partire da queste rappresentazioni, per comprendere, modificare e migliorare il processo modellato, sapendo controllare i risvolti operativi e concreti di tali discussioni e modificazioni nel modello.

La terza sta nel saper interagire con processi tecnologici o sistemi sociali per via indiretta, cioè attraverso la loro rappresentazione e traduzione in sistemi di segni adeguati.

Tutto questo significa stimolazione e costruzione di processi cognitivi specifici, che risultino poi altamente disponibili nel corso di tutta l'attività intellettuale e pratica.

Questi cenni sommarî segnalano immediatamente gli sviluppi possibili per rendere la ricerca più completa e atta al trasferimento di nuove informazioni al sistema formativo concreto. Ciò può essere fatto almeno in due direzioni. La prima riguarda una più attenta e sistematica verifica delle attese e dei giudizi dei docenti nei riguardi dell'insegnamento della propria disciplina e, parallelamente, delle attese e dei giudizi di altri docenti di altre discipline e utilizzatori pratici, nei riguardi della stessa disciplina. La seconda concerne un'attenta rilettura dei contenuti delle varie discipline, in particolare matematica, fisica, chimica, informatica e tecnologia, per elaborare un impianto culturale di base, come fondamento di ogni professionalità emergente. Si tratta di identificare una rete concettuale sufficientemente completa e significativa, un insieme di capacità intellettuali e pratiche ad essa connesse e un quadro di atteggiamenti che ne condizionano e sostengono la validità ed efficacia.

