

La Cultura Tecnica e il suo Ruolo nella Formazione e nell'Innovazione Tecnologica

Angelo Bonomi

“Il Cobianchi” Verbania, 2013, pp.16-22

Non è molto frequente incontrare articoli che parlano di cultura tecnica e ancor meno quelli che discutono la differenza tra questa cultura e quella scientifica, quest'ultima tradizionalmente contrapposta alla cultura umanistica e letteraria. In effetti cultura tecnica e cultura scientifica sono spesso considerate un tutt'uno, basti pensare alla parola *scienza applicata* utilizzata perfino per definire un indirizzo liceale, e che sembra indicare che la tecnologia sia semplicemente un'applicazione della scienza e che quindi una scoperta scientifica possa tradursi quasi direttamente in una tecnologia. In realtà la stretta relazione che esiste tra scienza e tecnologia è molto più complessa di quanto si ritiene comunemente e si è formata solo da pochi secoli, mentre la cultura tecnica è antichissima potendola far risalire addirittura agli ominidi che hanno preceduto la nostra specie di *homo sapiens*.

In Italia questa confusione tra scienza e tecnologia è molto diffusa, penalizzando la formazione tecnica e professionale, sia scolastica che universitaria, con una conseguente carenza che si ripercuote su un'attività industriale molto importante come l'innovazione tecnologica, in particolare nella piccola e media industria. Prima comunque di discutere la relazione tra tecnologia, scienza e società è utile ripercorrere brevemente la storia della tecnologia e come sia stata percepita nella società occidentale.

Gli zoologi concordano nell'esistenza dell'uso di tecnologia anche negli animali, in particolare nei primati. Uno scimpanzé ad esempio è in grado di usare un sasso per rompere una noce o un bastone per raccogliere miele da un alveare e anche di scegliere la grandezza giusta del sasso e lunghezza del bastone per i suoi scopi. I paleontologi pensano che la separazione evolutiva del ramo dell'uomo da quello degli altri primati sia avvenuta 5 o 6 milioni di anni fa con l'apparizione di ominidi, gli australopitechi, caratterizzati da una capacità cerebrale più grande e il camminare eretto. Con la specie seguente detta *homo habilis* e in seguito *homo erectus*, apparsa circa un milione di anni fa, si ha però un importante salto di qualità nella tecnologia poiché l'*homo erectus* migliora l'uso del sasso sagomandolo sempre più precisamente per i suoi scopi. Possiamo quindi dire che l'*homo erectus* con la sua maggiore capacità cerebrale è stato in grado di avere un'attività che, utilizzando un nome moderno, possiamo chiamare *innovazione tecnologica*. Gli zoologi che studiano il comportamento degli attuali scimpanzé osservano dal punto di vista tecnologico l'assenza d'innovazione e la trasmissione di tecnologia avviene per imitazione senza però che essi siano in grado, con le loro capacità cerebrali, di migliorare l'utensile che usano. Circa 500.000 anni fa l'*homo erectus* ha poi imparato a usare il fuoco aprendo ancora più possibilità d'innovazioni tecnologiche. L'*homo erectus* si è poi evoluto circa 200.000 anni fa formando l'uomo di *Neanderthal* e l'uomo *sapiens*, ambedue con un cervello ancora più grande, ma solo l'uomo *sapiens* è poi sopravvissuto circa 50.000 anni fa. I paleontologi pensano che anche in questo caso la tecnologia abbia giocato un ruolo. Infatti l'uomo *sapiens* aveva inventato il giavellotto e l'arco e poteva abbattere le prede da lontano mentre l'uomo di *Neanderthal*, benché più robusto, aveva solo armi come la clava e doveva affrontare con un corpo a corpo le prede per abatterle con evidenti svantaggi. Dalla tecnologia della pietra e il fuoco sono poi nate la ceramica e la metallurgia mentre i primi dipinti attorno a 30.000 anni fa nelle caverne hanno dato una prima luce anche sulla cultura non tecnologica dell'uomo *sapiens* che poi ha potuto pienamente esprimersi con l'invenzione della scrittura attorno al 3000 AC.



Homo Erectus



Homo di Neanderthal

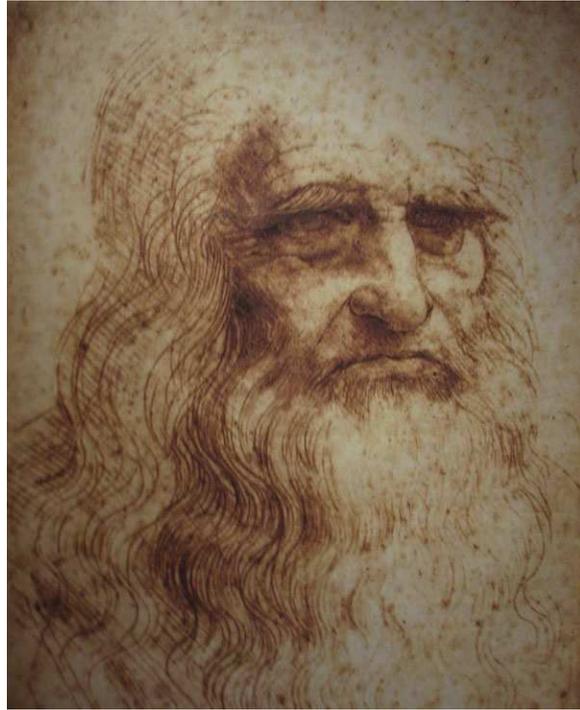


Homo Sapiens

A partire dal VII secolo AC, e nei secoli seguenti, si svilupparono in Grecia scuole di pensiero che sono diventate la base per la cultura classica e infine per l'intera cultura occidentale. L'idea che i greci avevano della tecnologia è ben rappresentata nel mito di Prometeo che, nella versione che Platone riporta nel Protagora, ne sottolinea il carattere di sopravvivenza e di dono degli dei. Infatti Prometeo ruba ad Atena la tecnica e ad Efesto il fuoco per riparare l'errore di suo fratello Epimeteo che aveva distribuito tutti i doni degli dei per la sopravvivenza agli animali lasciando gli uomini completamente indifesi. Della visione della tecnica nel mito si diffuse soprattutto l'idea che essa fosse quindi un dono degli dei piuttosto che il risultato del genio umano e quest'idea rimase anche nel cristianesimo medioevale dove l'invenzione era vista come un dono di Dio con la conseguenza di considerare la tecnica una cultura minore rispetto a quella classica, idea che è tuttora diffusa. Occorre arrivare al Rinascimento perché le cose comincino a cambiare e Leonardo da Vinci è un grande esempio di come la tecnica possa essere un risultato del genio umano senza alcun rapporto con la cultura classica. L'inventore divenne così sempre più importante nella società tanto che nel 1474 la Repubblica di Venezia emanò una legge sui brevetti che presenta tutti gli aspetti delle moderne leggi in questo campo. La legislazione sui brevetti si diffuse in Europa poi molto più tardi a partire dal XVIII secolo. A cavallo del XVI e XVII secolo appare la figura di Galileo Galilei, che con le sue scoperte, studi ed esperienze, è riconosciuto come il padre della scienza moderna e del metodo scientifico. Con Galileo si assiste anche alla formazione di un legame tra scienza e tecnica che si diffonderà in Europa ponendo le basi dello sviluppo tecnologico degli ultimi secoli. Con questo legame la tecnologia si sviluppò, dapprima lentamente nel XVII secolo, e poi sempre di più rapidamente con una crescita esponenziale fino ai nostri giorni. La cultura tecnica assunse quindi sempre più d'importanza nella società raggiungendo un culmine a cavallo del XIX e XX secolo dove divenne sinonimo di progresso per la società. Il sempre più importante sviluppo di tecnologie nel XX secolo solleverà poi dubbi nella società con i problemi ambientali che l'accompagnano e la potenza estrema degli ordigni nucleari in grado di distruggere l'umanità intera.

In una definizione moderna della tecnologia essa può essere considerata come un'attività per la realizzazione di uno scopo umano. Da questo punto di vista si può perfino considerare che la scienza sia anch'essa in realtà una tecnologia il cui scopo è lo sviluppo della conoscenza della natura, definizione criticabile da chi considera la scienza moderna un'evoluzione del pensiero scientifico, presente già nella cultura classica, considerando inoltre che molte idee filosofiche hanno contribuito allo sviluppo di concetti scientifici, un esempio fra tanti il concetto di atomo nel campo della chimica. La tecnologia come attività umana presenta due interfacce importanti: una riguarda la scienza e le conoscenze scientifiche e l'altra riguarda gli aspetti sociali ed economici.

Per comprendere bene come si stabilisce la relazione tra scienza e tecnologia bisogna considerare la tecnologia come un'attività composta da un insieme di operazioni tecnologiche, ad esempio una tecnologia di trattamento termico si può considerare composta da tre operazioni tecnologiche di riscaldamento a una certa temperatura, il mantenimento per un certo tempo a questa temperatura e quella di raffreddamento. Possiamo vedere una tecnologia anche come un artefatto, cioè come un sistema composto da vari componenti collegati che esercitano le varie funzioni, ad esempio un'automobile è composta da componenti come motore, freni, pneumatici, ecc. Ogni nuova tecnologia può così essere vista come una nuova combinazione di operazioni tecnologiche o componenti attraverso un'esplorazione alla ricerca della migliore combinazione possibile che costituisce il processo di innovazione. Una prima relazione con la scienza riguarda la possibilità di avere una nuova tecnologia formata da una nuova combinazione di operazioni o componenti che riesce a sfruttare un nuovo fenomeno fisico o chimico ovvero un fenomeno già conosciuto ma mai utilizzato precedentemente. Ad esempio un'apparecchiatura laser è composta da componenti elettronici già conosciuti precedentemente ma combinati in un modo da poter sfruttare il nuovo fenomeno fisico previsto e verificato sperimentalmente dell'emissione coerente di onde luminose. Le nuove tecnologie nascono quindi da processi combinatori e più numerose sono le tecnologie



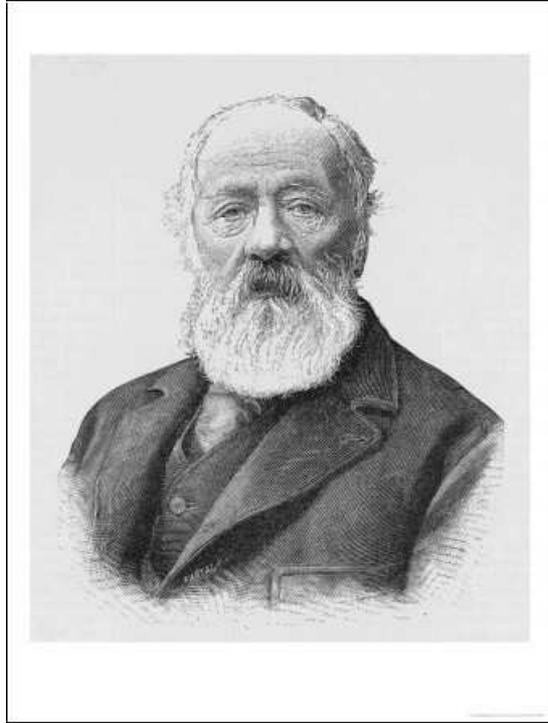
Leonardo da Vinci



Galileo Galilei

conosciute più numerose saranno anche le innovazioni tecnologiche realizzabili portando all'evoluzione esponenziale delle tecnologie osservata negli ultimi secoli. Vi è poi una seconda importante relazione tra tecnologia e le conoscenze scientifiche e che riguarda l'esplorazione effettuata per lo sviluppo di un'innovazione tecnologica. In questo caso le conoscenze scientifiche permettono di restringere il campo in cui si possono ricercare le migliori combinazioni per la nuova tecnologia. Ad esempio lo sviluppo di nuovi processi metallurgici è molto aiutato dalle conoscenze scientifiche della termodinamica. In definitiva la relazione tra tecnologia e scienza si basa quindi sullo sfruttamento di fenomeni scoperti dalla scienza e sulle conoscenze scientifiche fornite dalla scienza stessa. La grande differenza tra scienza e tecnologia risiede soprattutto nella differenza di scopo, la prima ha il suo scopo nella conoscenza della natura e la seconda nella soddisfazione dei più svariati bisogni umani. Questo porta di conseguenza a importanti differenze che queste due attività hanno nei rapporti con la società e nel modo di gestirle.

Per quanto riguarda i rapporti della tecnologia con la società essi sono di natura socio-economica e gestionali e sono molto complessi. Senza voler entrare in dettaglio nel descriverli è possibile darne un'idea presentando due casi storici d'innovazioni tecnologiche importanti che, per ragioni socio-economiche, hanno portato a due risultati molto differenti. Si tratta del caso dell'invenzione del telefono da parte di Antonio Meucci e quella della radio da parte di Guglielmo Marconi. Antonio Meucci nacque nel 1808 a Firenze, ebbe una formazione artistica lavorando come tecnico di scena. Fu costretto a emigrare in America, prima a Cuba e poi negli Stati Uniti a seguito della sua partecipazione ai moti del 1831. Pur non avendo una formazione scientifica, conosceva bene i semplici componenti elettrotecnici del tempo, anche per la sua esperienza di tecnico di teatro, e fu in grado di realizzare una prima apparecchiatura telefonica e brevettarla. Non riuscì a raccogliere capitali per il suo sviluppo e, caduto nelle ristrettezze, ebbe problemi per proteggere adeguatamente il suo brevetto. Di questo ne approfittò Alexander Bell per depositare un suo brevetto, sembra anche copiando disegni dell'invenzione di Meucci. Ne risultò un litigio in tribunale perso da Meucci. Il telefono fu così sviluppato da Bell mentre Meucci morì in povertà nel 1889. Molto più tardi, nel 2002, il governo americano riconobbe tuttavia la priorità dell'invenzione del telefono a Meucci, invalidando i brevetti di Bell, con un riconoscimento ovviamente solamente morale. Guglielmo Marconi nacque a Bologna nel 1874 interessandosi ai fenomeni elettrici già da giovane. Pur essendo autodidatta senza una formazione accademica conosceva bene il campo della sua invenzione riuscendo a realizzare trasmissioni senza fili a distanze sempre maggiori. Ottenne brevetti e capitali per lo sviluppo delle applicazioni del telegrafo senza fili in Inghilterra. In Italia fu nominato Presidente del CNR, il Consiglio Nazionale delle Ricerche, e morì nel 1937. Marconi non era solo in quei tempi a studiare la trasmissione di segnali senza fili. In particolare negli Stati Uniti un ingegnere di origine serba, Nikola Tesla, aveva realizzato e brevettato esperimenti simili entrando in disputa con i brevetti inglesi di Marconi. Tuttavia, la giustizia inglese rigettò le argomentazioni americane, e forte dei capitali disponibili per lo sviluppo, Marconi prese il sopravvento, anche se rimangono dubbi sulle priorità della trasmissione a distanza che Tesla realizzò a West Point attorno al 1895. Se dovessimo stabilire quale sia stato il fattore più importante che ha reso possibile il successo di Marconi confrontato con il fallimento di Meucci potremmo dire che questo è stato la madre irlandese di Marconi. Di conseguenza Marconi aveva un cugino inglese, ingegnere e ben introdotto nella City. Questo permise a Marconi di entrare in contatto con un efficiente studio per proteggere con un brevetto la sua invenzione e avere capitali per il suo sviluppo. Marconi aveva offerto la sua invenzione al Ministero italiano delle Poste e Telegrafi non ottenendo risposta. Si sa che il ministro derise la sua lettera affermando che doveva essere indirizzata non a lui ma al manicomio di Roma. Le vicende di Meucci e Marconi sono molto istruttive su come siano importanti e complessi gli aspetti socio-economici che accompagnano un'innovazione perché questa raggiunga il suo scopo, cioè il successo della sua utilizzazione. In Italia le condizioni socio-economiche di sviluppo d'innovazioni tecnologiche non sono delle più favorevoli, sia per la



Antonio Meucci



Guglielmo Marconi

mentalità della classe dirigente che per la carenza d'esperienza sulla gestione dell'innovazione, e atteggiamenti come quelli del ministro ai tempi di Marconi non sono per niente scomparsi.

Gli argomenti esposti precedentemente mostrano bene l'esistenza di una cultura tecnica, direttamente legata al genio umano di cui Leonardo ne rappresenta un grande esempio. Un aspetto particolare della cultura tecnica consiste nel fatto che essa si esprime essenzialmente attraverso cose e pratiche che non sono descrivibili completamente per via scritta o orale a differenza della cultura umanistica e letteraria e in una certa misura anche di quella scientifica. Questo fatto ha sicuramente influenzato l'idea che essa sia una cultura minore, eventualmente da includere nella cultura scientifica da quando sono nate le forti interazioni tra le due. La cultura scientifica è quindi la sola a essere messa in contrapposizione con la cultura umanistica. In realtà non ha senso parlare di superiorità tra queste tre culture poiché ognuna risponde a una differente esigenza esistenziale dell'uomo. Il persistere in Italia di un atteggiamento della classe dirigente di superiorità della cultura umanistica trae molto dall'origine della sua formazione che è stata in gran parte influenzata dalla Riforma Gentile del 1923. I cambiamenti introdotti dagli anni 60 non ne hanno fundamentalmente cambiato l'ottica ma solo accettato l'importanza della cultura scientifica e del suo sviluppo associando la cultura tecnica a questa quasi che essa ne sia semplicemente un suo sottoprodotto. Il risultato è che in Italia persistono tuttora lacune nell'istruzione tecnica, e questo ha come conseguenza una bassa considerazione verso le attività tecniche e un basso interesse nella realizzazione d'innovazioni tecnologiche. Queste debolezze formative sono presenti sia nell'istruzione tecnica della scuola secondaria superiore che nella struttura universitaria in particolare a livello del diploma triennale in campo tecnico.

La parte di una tecnica che non è completamente trasmissibile per via orale o scritta viene chiamata con il termine *know-how* che può essere tradotto dall'inglese come "saper fare", tuttavia il termine assume contorni nella lingua inglese che vanno oltre il semplice significato della traduzione italiana. Il *know-how* rappresenta in effetti quella conoscenza pratica indispensabile per utilizzare una tecnologia. Non essendo trasmissibile semplicemente per via orale o scritta, esso si acquista attraverso la pratica, aiutati eventualmente da informazioni presenti in manuali, e soprattutto per imitazione, come avviene ad esempio nell'addestramento sul campo per i nuovi assunti in un'industria. Il *know-how* si stratifica in maniera differenziata tra il personale di un'industria. Per gli operai il *know-how* rappresenta quasi tutta la conoscenza che essi hanno della tecnologia che adoperano mentre i tecnici che dirigono gli operai iniziano ad avere anche conoscenze più teoriche, di natura scientifica, della tecnologia. Un dirigente con una formazione ingegneristica avrà una conoscenza ancora più teorica e scientifica della tecnologia che dirige ma non il *know-how* che gli permetterebbe di sostituire immediatamente l'operaio o il tecnico che adoperano direttamente la tecnologia. L'insostituibilità è ancora più forte se il dirigente ha una formazione economica o giuridica. L'indispensabilità del *know how* nel rendere possibile l'utilizzazione di una tecnologia, e il fatto che non possa essere trasmesso nella sua completezza per via orale o scritta, influenza quindi il cosiddetto trasferimento tecnologico che può essere orizzontale come attivazione di un'attività tecnologica simile in un altro luogo, o come trasferimento verticale dalle fasi di laboratorio, impianto pilota, prototipo a una fase industriale di una nuova tecnologia. Il trasferimento tecnologico, per la non trasmissibilità del *know how*, diventa un trasferimento d'informazioni, che deve essere accompagnato da un lavoro d'imitazione per permettere il funzionamento della tecnologia. In conclusione il *know-how* è un componente essenziale della cultura tecnica considerata come espressione di un oggetto o pratica tecnologica destinata a realizzare uno scopo umano. A ogni tecnologia utilizzata è quindi associato uno specifico *know-how* ed è evidente che nella formazione tecnica non è possibile sviluppare professionalità specifiche riguardanti il *know-how* delle tantissime tecnologie esistenti. D'altra parte non è neanche possibile sostituire la conoscenza pratica del *know-how* con una maggiore conoscenza scientifica o teorica generale della tecnologia, come invece si assume implicitamente nell'insegnamento tecnico attuale della scuola

secondaria superiore, ma è invece possibile darne un'idea valida attraverso un'adeguata esperienza pratica acquistabile attraverso una durata sufficiente e diversificata di esercitazioni durante il periodo formativo.

In conclusione possiamo sottolineare come la cultura tecnica, per la sua storia e per il tipo di obiettivi che si pone, si presenti differenziata dalla cultura scientifica. La mancata comprensione di questa sottile ma importante differenza porta poi a conclusioni errate riguardo alla formazione professionale. In Italia, dopo il periodo tra la fine del XIX e i primi decenni del XX secolo, caratterizzato da un primo importante sviluppo industriale, in cui i programmi di formazione tecnica erano influenzati dall'industria creando valide strutture scolastiche e universitarie per la tecnologia del tempo che, nonostante la Riforma Gentile del 1923 e la presa in carico dell'istruzione tecnica da parte del Ministero dell'Educazione Nazionale nel 1931, rimase valida fino ai primi decenni del dopoguerra. Con il nuovo sviluppo industriale degli anni 60 e il forte sviluppo tecnologico si resero indispensabili dei cambiamenti nelle strutture scolastiche e universitarie senza però veramente comprendere i bisogni tecnologici innovativi dell'industria riformando l'istruzione tecnica secondaria con principi de-professionalizzanti e la struttura universitaria senza comprendere la necessità della separazione tra tecnologia e scienza e tra ricerca scientifica e ricerca & sviluppo. Questi fatti, uniti alla mancanza di organizzazioni ponte tra università e industria in grado di soddisfare i bisogni tecnologici industriali, costituiscono un grave handicap per l'innovazione tecnologica italiana. Questa lacuna non può essere colmata semplicemente con un aumento di attività di tipo scientifico ma è necessaria anche una diffusione dei metodi moderni di gestione dell'innovazione tecnologica e un approccio professionale al trasferimento di tecnologia tra università e industria.