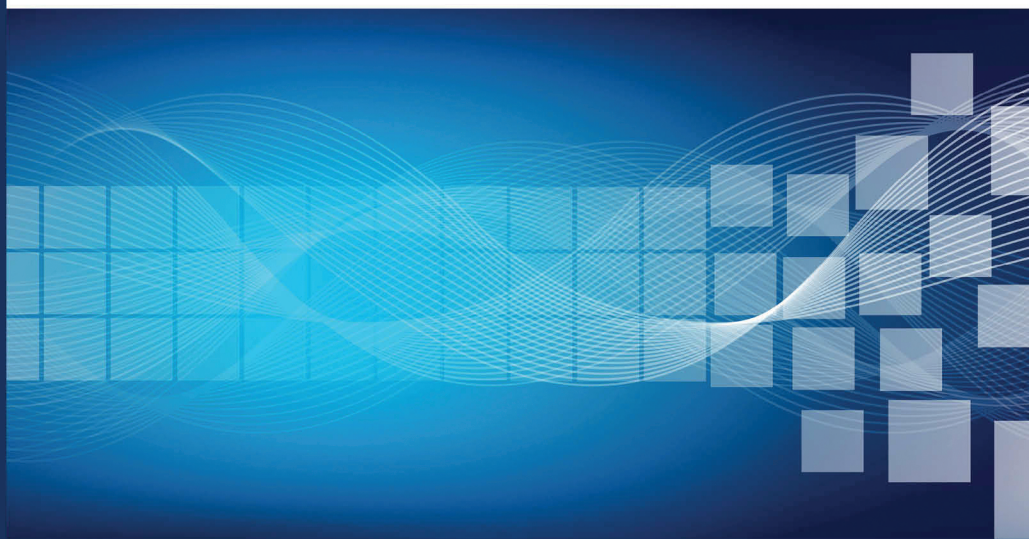


Filippo Monge

Innovazione strategica



Giappichelli

PREMESSA

Nella nuova dimensione che la contemporaneità è andata costruendo è centrale la capacità di produrre, amministrare, diffondere contenuti; la gestione efficace ed efficiente delle informazioni è competenza fondamentale per i soggetti (individui, gruppi, organizzazioni) che vivono nella cosiddetta società della conoscenza.

Il valore che le informazioni in nostro possesso hanno in potenza è maggiormente espresso se esse vengono connesse con le informazioni che altre persone condividono.

Appare evidente l'importanza che questo tema ha nella discussione circa i sistemi formativi che la società si è data e di cui si avvale nella preparazione delle future generazioni alla partecipazione attiva e al contributo al suo stesso sviluppo, così come nel sostegno ai processi di formazione (i.e. sensibilità ai temi ambientali) lungo l'intero corso della vita dei suoi membri.

La prospettiva ecologica di un ambiente diffuso che si innovi e modifichi con le persone che lo abitano, vivono e producono può essere riferita più nello specifico agli ambienti di

apprendimento in cui si situano le azioni formative. Un ambiente di apprendimento può favorire la costruzione di una comunità (ma anche di sistema territoriale), di un gruppo di persone che sviluppi relazioni e legami più forti e pertanto potenzialmente più efficaci di un network di persone che si “incontrano” per interessi comuni ma senza uno scopo precisamente definito o esplicito di collaborazione concreta.

Un esempio: Cambridge (Massachusetts), nel 2004, si trovava all’inizio di una trasformazione che in breve l’avrebbe portata a diventare il principale polo mondiale per la ricerca nel campo delle biotecnologie, sopravanzando di gran lunga l’eterna rivale Silicon Valley. Un percorso sorprendente, facilitato dalla presenza delle sue università e di una persona particolare: Susan Hockfield, biologa e prima donna a essere nominata rettore del Massachusetts Institute of Technology (Mit). Si tratta di una storia che contiene lezioni importanti per tutte quelle città che oggi stanno puntando sull’economia della conoscenza. Il successo di Cambridge non era scontato. Nel XX secolo, questa piccola città, parte dell’area metropolitana di Boston, aveva sfidato la Silicon Valley ma ne era uscita perdente. Le sue università avevano sì contribuito alla nascita del personal computer e di Internet; ma Cambridge non era mai riuscita ad affermarsi davvero nel mondo dell’innovazione digitale. All’area metropolitana di Boston restava

tuttavia un altro primato. Oltre a Harvard e al Mit, nell'intera conurbazione vi sono 44 college: magneti per giovani di talento provenienti da tutto il mondo. Il numero complessivo di studenti supera il mezzo milione, di cui circa 50.000 nella sola Cambridge (su 120.000 abitanti totali). Fu in questo contesto che, alla fine del 2004, il Mit elesse come rettrice Susan Hockfield. Nata a Chicago, e laureata prima in biologia e poi in neuroscienze, arrivò a Cambridge dopo una carriera a Yale, dove aveva diretto un centro del sapere trasversale come la Graduate School of Arts and Sciences. Fu lei a rendere le scienze della vita una priorità chiave del Mit, un'università da sempre guidata da ingegneri. Ma non fu la sola logica che andò a scardinare. Iniziò infatti un'opera di avvicinamento accademico a Harvard «l'altra scuola sul fiume», come veniva spesso chiamata con diffidenza al Mit. Frutto di quella sinergia fu la nascita, all'inizio come creatura sperimentale (nel 2003), e poi come istituzione permanente (nel 2008), del Broad Institute, oggi fulcro dell'innovazione nel settore delle biotecnologie. Abbattendo i compartimenti stagni delle discipline, il Broad Institute sta dimostrando la possibilità concreta di un futuro in cui, grazie all'intelligenza artificiale (di seguito anche siglabile in AI) e a sempre maggiori prestazioni delle tecnologie digitali, ci si possa avvicinare alla comprensione del funzionamento dell'essere umano l'unico sistema cono-

sciuto più complesso di un computer. A seguito della fondazione di centri come Broad iniziarono ad arrivare le aziende: tra queste, Biogen, Genzyme, Genentech, Novartis, pronte ad assumere i neolaureati di Harvard e del Mit. A oggi Cambridge è la sede di oltre 250 imprese biotecnologiche, molte raggruppate intorno a Kendall Square. Le grandi multinazionali dominano la scena, ma non poche *start-up* sono cresciute a una velocità sorprendente. Per esempio Moderna, cofondata da Robert Langer, e ormai elevata allo status di colosso farmaceutico dopo la messa a punto di uno dei primi vaccini contro il Covid-19. Tutto si fonda sull'idea di ecosistema. Non soltanto la fusione tra biologia e tecnologia. O l'interazione tra due università capaci di mettere da parte vecchi rancori e iniziare a lavorare insieme. Certo, questo successo non è stato esente da inconvenienti – tra cui un aumento marcato delle disparità sociali. Se Cambridge ha aperto le sue porte a una comunità globale di biotecnologi, dedicando milioni di metri quadri a nuovi laboratori e uffici, ha tuttavia anche reso la vita più difficile ad alcuni suoi cittadini. I prezzi degli immobili sono schizzati verso l'alto, costringendo migliaia di lavoratori a basso reddito a trasferirsi più lontano. Inoltre una nuova aristocrazia scientifica – composta di ricercatori iperistruiti e iperpagati – ha reso tutta l'area di Boston, nonostante le sue politiche progressiste, uno dei luoghi con maggior diseguaglianze sociali negli Stati

Uniti. Possiamo, quindi, cristallizzare l'esperienza di Cambridge intorno a tre lezioni, valide a loro modo per tutti quei centri urbani che, ovunque nel pianeta, stanno puntando sull'economia della conoscenza. La prima lezione è quella di non aggrapparsi al passato. Il distretto delle caramelle di Cambridge, per decenni fonte di orgoglio cittadino e conosciuto in tutti gli Stati Uniti, è scomparso. Ma invece di rimpiangere quella gloria svanita, la città si è evoluta, tramutando una crisi economica in un'opportunità di «distruzione creativa» – che ne ha aperta un'altra. Seconda lezione: ciascuna istituzione, per quanto importante, non detiene da sola le chiavi del proprio successo. Come i batteri che riescono a ricombinare il Dna nel proprio ciclo vitale, le migliori innovazioni sono il risultato della contaminazione tra mondi diversi. Perché questo accada è necessario che amministrazioni locali, università e aziende si attivino nel promuovere collaborazioni e visioni trasversali. Infine, la terza lezione: la «distruzione» della distruzione creativa ricade spesso in modo asimmetrico su coloro che meno possono permettersela, creando nuove sacche di povertà. Contrastarle sarà proprio la sfida più importante per il domani di Cambridge – e di molti altri luoghi con una simile vocazione all'innovazione: dalla Silicon Valley fino a Londra e Milano¹.

¹ Carlo Ratti, sintesi della Prolusione presso il Politecnico di Milano (24 febbraio 2023).

Questo libro è una prima sintesi di uno studio, risultato dell'applicazione di un metodo, basato sulle seguenti fasi di ricerca:

1. analisi e selezioni delle fonti in materia di innovazione, anche attraverso un introduttivo *excursus* storico e con particolare attenzione ai temi ambientali;
2. analisi di casi studio pubblici;
3. interviste, colloqui, osservazione e raccolta dati presso PMI italiane aderenti alle principali organizzazioni di categoria datoriali.

Al termine di questo lavoro mi sento in dovere di rivolgere un affettuoso ringraziamento ai professori Matteo Milani (Direttore del Dipartimento di Lingue e Letterature Straniere e Culture Moderne dell'Università di Torino) Manlio Del Giudice (Università Degli Studi Link Campus University – Roma), Stefano Bresciani (Università di Torino) e Armando Papa (Università di Teramo) per il costante supporto e i puntuali e insostituibili suggerimenti e incoraggiamenti nella mia attività didattica e di ricerca. Un grazie particolare a Francesca Maria Ferrari e Viola Prinetti per la preziosa collaborazione nella selezione delle fonti e nella revisione del testo.

Filippo Monge
filippo.monge@unito.it

INVENZIONI ED INNOVAZIONE

L'innovazione è uno strumento fondamentale alla base dello sviluppo economico e sociale di un Paese, soprattutto nella cosiddetta era della conoscenza. A fronte della frammentazione dei mercati, della necessità di ridimensionare il debito pubblico delle imprese, della mancata regolazione degli squilibri macroeconomici, e della fiducia traballante dei consumatori, sembra proprio che emerga il bisogno di innovazioni in grado di ridurre l'incertezza circa le prospettive di sviluppo economiche e politiche dei Paesi. Ovviamente, occorre sottolineare che – nella sua fragilità – il recupero economico globale è diseguale tra i diversi Paesi dell'Europa. Nel caso specifico dell'Italia, sebbene tutte le più recenti previsioni non anticipino una lenta ripresa del prodotto interno lordo, la situazione economica appare appunto precaria: vi sono alcuni elementi di incertezza dal lato delle spinte alla crescita dell'offerta di beni e servizi; dal lato della domanda si mantiene stabile la crescita dei consumi, con una lieve ripresa degli investimenti. Anche per quanto riguarda i dati sull'occupazione, sebbe-

ne su base annua si confermi la tendenza all'aumento del numero di occupati, il tasso di disoccupazione continua a superare il 10%. In sostanza, è ormai certo che bassa produttività, bassi livelli di investimento infrastrutturale e un'alta disoccupazione stiano limitando le prospettive di crescita del nostro Paese (e non solo). Non mancano poi sfide sociali ambientali, geopolitiche globali con cui l'Europa e i suoi Stati Membri devono misurarsi e che rischiano di minare la capacità presente e futura di fare innovazione. La globalizzazione dei mercati, la continua rivoluzione tecnologica, l'invecchiamento della popolazione, l'aumento delle patologie croniche e i rischi ambientali (*climate-change*) sono solo alcuni dei macro-items di cambiamento che chiamano i sistemi-paese a rivedere profondamente le loro *policies* e le loro strategie industriali, economiche e sociali. Fare innovazione significa anche generare risposte sostenibili a queste sfide e contribuire alla sostenibilità e al benessere di una nazione¹.

Pur nella consapevolezza che l'innovazione non possa sanare le difficoltà finanziarie più immediate, essa costituisce sicuramente una premessa imprescindibile per favorire la crescita e il benessere sociale ed economico di una comunità. Se questo assunto è vero, nel caso dell'Europa²

¹ BONANOMI-CASTIGLIONI-GRAFFIGNA-PESSATO, 2016.

² L'Europa spende ogni anno per la ricerca e sviluppo (R&S) lo

possiamo dire di trovarci in una vera e propria situazione di «*innovation emergency*».

In Europa la crisi economica sta colpendo non solo gli investimenti ma anche il clima per generare innovazione. L'impatto della crisi sull'innovazione è tuttavia difficile da decodificare e quantificare, in quanto presenta grandi variazioni tra imprese, settori, Paesi e regioni. Tuttavia, prima di capire su cosa puntare per produrre innovazione, urge chiarirsi cosa significa generare innovazione e come sia possibile misurare questo potenziale. Il concetto di «innovazione» è sicuramente complesso e multidimensionale; ad oggi manca una modalità chiara e condivisa per misurare la capacità di un Paese di fare innovazione. In questa sede si vuole adottare una nozione ampia di innovazione, facendo riferimento alla definizione pubblicata dalla Comunità Europea e dall'OECD nell'Oslo Manual: “*An innovation is the implementation of a new or significantly improved product (good or service), a new process, a new marketing method, or a new organizational method in business practices, workplace*

0,8% del prodotto interno lordo (Pil) in meno rispetto agli Stati Uniti e l'1,5% in meno rispetto al Giappone. Migliaia dei nostri migliori ricercatori ed innovatori si sono, per tal motivo, trasferiti in Paesi in cui le condizioni sono più favorevoli. Sebbene il mercato dell'EU sia il più ampio del mondo, rimane frammentato e non abbastanza *innovation-friendly*, mentre altri Paesi come Cina e Sud Corea stanno recuperando velocemente.

organization, or external relations". Questa definizione riflette la natura multi-dimensionale ed in continua evoluzione dei processi di innovazione. Favorire l'innovazione, dunque, può significare molte cose: sostenere politiche economiche intelligenti per garantire la tenuta dei mercati e la loro competitività; promuovere un migliore uso del denaro pubblico per consentire servizi e supporti di base capaci di sostenere una buona qualità della vita; generare spazi capaci di sostenere la partecipazione dei cittadini e l'innovazione sociale; favorire l'innovazione tecnologica per trovare soluzioni efficaci non solo per vivere più a lungo e in modo più sano ma anche per preservare l'ambiente e promuovere un'Europa più ecologica. Sono questi solo alcuni dei possibili esempi di processi innovativi³.

³Una breve ricognizione critica dei principali elementi di economia dell'innovazione e insieme dei principali fatti stilizzati della fase aurea di crescita economica è l'indispensabile premessa per la formulazione di un'ipotesi interpretativa dello sviluppo italiano nella seconda metà del XX secolo: innovazione tecnologica e sviluppo industriale nel secondo dopoguerra generarono una diretta e stretta relazione biunivoca tra crescita della produttività totale dei fattori da un lato, intensità ed efficacia dell'attività innovativa da un altro, quest'ultima intesa in un'accezione ampia che comprende l'adozione anche creativa di tecnologie e conoscenze messe a punto altrove.

Agli albori della civiltà

Nell'alba della civiltà l'uomo inventò l'«utensile» per facilitare il proprio lavoro e la «scrittura» come sostegno per la propria memoria e come mezzo per trasferire il ricordo delle proprie esperienze ad altri creando così il processo di «conoscenza».

Riguardo la lingua parlata e la scrittura, Varanini⁴ analizza il concetto di «codice» inizialmente inteso come supporto fisico su cui si scriveva (tavolette lignee o di argilla e poi cera, pergamene, carte), chiamato in seguito a rappresentare il sistema di segni di una lingua destinata a essere imposta al popolo per un più efficiente esercizio del potere da parte di chi lo governa. Nacque così una dicotomia fra chi crea il codice e lo impone e chi lo deve subire (una dicotomia destinata a trionfare proprio nell'attuale era del digitale).

L'immaginazione creativa dell'essere umano ha prodotto una formidabile evoluzione tecnica che continua ancora oggi. Da utensili semplici e complessi come abachi, astrolabi, regoli calcolatori e via dicendo, si passò a calcolatrici manuali elaborate da illuminate intelligenze (Blaise Pascal, Leibniz, Charles Babbage). Si realizzarono apparati tecnologici sempre più complessi in grado di elaborare e memorizzare autonomamente i dati loro forniti. Nasceva-

⁴ VARANINI, 2020.

no i primi grandi elaboratori (nel 1944 l'Eniac per l'esercito USA e nel 1951 l'Univac per uso commerciale) che hanno dato l'avvio all'era dell'elettronica. Erano apparati utilizzati solo da tecnici specializzati, ma la sempre più rapida evoluzione e le riduzioni dimensionali delle macchine determinarono la loro ampia diffusione e il trionfo del «Personal Computer». Il generalizzato utilizzo del PC innescò importanti fenomeni: la memoria, tipica facoltà dell'essere umano, e il libro che la rappresenta, sono stati di fatto spodestati dagli apparati informatici. Il rapporto operatore-macchina (computer) cessa di essere strumentale dato che il soggetto umano delega al computer il compito di elaborare e risolvere i propri problemi con risultati sicuramente esatti. Tuttavia, la certezza dei risultati può anche pericolosamente distogliere l'operatore da una costante verifica riguardo l'impostazione iniziale dei problemi e dei relativi dati di partenza. Comunque il rapporto instaurato è di vera e propria «delega tecnologica» che vede il soggetto umano trasferire al computer alcune delle proprie facoltà anche di tipo decisionale. Ecco allora che nell'ambito dei sistemi organizzativi iniziano a operare strane coppie «individuo-personal computer», mentre gli apparati tecnologici si sdoppiano definitivamente nelle loro componenti fisiche stabilmente fisse (*hardware*) operanti grazie ad appositi programmi variabili (*software*)

preliminarmente immessi da tecnici specializzati⁵.

Si è sviluppata nel contempo un'altra radicale rivoluzione destinata a influenzare l'era dell'informazione e della conoscenza. Con *ARPANET* (1969) – la rete del Ministero della Difesa degli Stati Uniti – e poi con *INTERNET* – l'attuale rete di telecomunicazioni ad accesso pubblico tramite computer – nasce la posta elettronica (1971) e nel 1993 il World Wide Web (WWW), un motore di ricerca che dà accesso generalizzato a ogni fonte del sapere.

Intanto il telefono diventava mobile, quindi cellulare, *smartphone* cioè intelligente, uno strumento che alle funzioni tipiche di comunicazione unisce quelle proprie degli elaboratori, di Internet e di tecnologie multimediali con schermi ad alta risoluzione sensibili al tatto, in grado di caricare pagine e siti web e di dotarsi di sempre nuove funzionalità aggiuntive (le cosiddette *app*).

⁵ Secondo Varanini “il codice è il linguaggio tramite il quale il tecnico parla alla macchina. Una volta caricato sulla macchina, il programma sarà eseguito dalla macchina in ogni dettaglio, senza sosta”. E dunque “Il codice digitale è la nuova Legge imposta ai cittadini”. Cosicché una élite di tecnici pone “una massa di esseri umani in sostanziali condizioni di sudditanza, di minorità” imponendo loro la regola “ragionate quanto vi pare e su quello che vi pare, ma obbedite [...] questa è la situazione imposta oggi ai cittadini dagli strumenti e dalle piattaforme digitali” – cittadini ridotti a utenti di servizi digitali elargiti dagli apparati tecnologici diventati nuovi strumenti di governo.

L'«autonomia digitale» acquisita dal computer diviene «autonomia mobile», frutto di una rivoluzione tecnologica e socioculturale capace di condizionare le persone nei loro comportamenti e in molte funzioni del fare e del pensare. Viene delegata la memoria, si modifica la conoscenza e l'apprendimento, si appanna la fantasia e l'immaginazione e il modo stesso di ragionare pensando.

Il rapporto di «delega tecnologica» si trasforma radicalmente con una tendenza a invertire i ruoli: il computer tende infatti a divenire delegante verso il sottomesso cittadino mentre con lo *smartphone* viene a crearsi una vera e propria «simbiosi» fra persona e apparato tecnologico di cui l'individuo non può più fare a meno essendo subentrata una situazione di quasi totale asservimento. L'essere umano è dunque cambiato e Varanini giustamente afferma, “l'*Homo digitalis* non è *Sapiens*” perché “...ogni macchina digitale non è uno strumento nelle mani dell'essere umano, non è un mezzo che l'essere umano può plasmare a sua misura. La macchina digitale funziona in base a un sistema di regole che l'essere umano ignora, e che è costretto ad accettare...”. E dunque, “Oggi, nei tempi digitali, si tratta di liberarci dalle suggestioni che tramite macchine giungono a noi”, anche perché il futuro può riservare ancora altre gravi complicazioni dovute all'ulteriore evoluzione degli elaboratori digitali verso l'IA, l'In-

telligenza Artificiale, ultima pericolosa forma di autonomia dell'evoluzione delle macchine che sta portando al loro sempre più pericoloso dominio⁶.

Se volessimo caratterizzare metaforicamente con un attributo epistemologico i due secoli che ci hanno preceduto ci potrebbe essere un diffuso consenso nel riconoscere come l'800 il secolo della certezza ed il '900 quello del rischio. Nell'800 prende corpo l'utopia illuminista di una conoscenza umana capace di penetrare nell'essenza della natura e della società ed in tal modo rappresentarla in modo certo. Pierre Simon Laplace è la figura che rappresenta questo collegamento. Giunto a Parigi, sembra con una lettera di raccomandazione di D'Alembert, egli dà dei contributi fondamentali nella fisica, matematica, astronomia e nella teoria della probabilità. Ad esempio nel suo *Essai philosophique sur les probabilités* (1812), Laplace riesce a formalizzare il ragionamento per induzione basato sulla probabilità, che noi oggi riconosciamo come il Teorema di Thomas Bayes, senza essere probabilmente a conoscenza del lavoro (pubblicato nel 1763) di Bayes (morto nel 1761). Come è noto, Laplace credeva fermamente nel determinismo causale, che è ben espresso nella seguente famosa citazione tratta dall'introduzione

⁶ DIOGUARDI, 2020.

all'Essai: *“Possiamo considerare lo stato attuale dell'universo come l'effetto del suo passato e la causa del suo futuro. Un intelletto che ad un determinato istante dovesse conoscere tutte le forze che mettono in moto la natura, e tutte le posizioni di tutti gli oggetti di cui la natura è composta, se questo intelletto fosse inoltre sufficientemente ampio da sottoporre questi dati ad analisi, esso racchiuderebbe in un'unica formula i movimenti dei corpi più grandi dell'universo e quelli degli atomi più piccoli; per un tale intelletto nulla sarebbe incerto ed il futuro proprio come il passato sarebbe evidente davanti ai suoi occhi”*.

Laplace sperava che l'umanità avrebbe migliorato la sua comprensione scientifica del mondo e credeva che essa avrebbe avuto bisogno di una straordinaria capacità di calcolo per determinarla completamente in ogni singolo istante. Il matematico rappresenta l'ideale della certezza determinista del positivismo e dello scientismo ottocentesco, ma nello stesso tempo, con i suoi studi sulla probabilità, pone le basi del passaggio al secolo successivo, quello del monopolio della probabilità.

Nel '900 la teoria della probabilità trova il suo alveo naturale nello sviluppo della fisica quantistica e nel principio di indeterminazione di Heisenberg. Nelle scienze sociali e nell'economia, la probabilità e la statistica inferenziale vengono incorporate nel concetto di rischio.

Nella teoria della decisione, ad esempio, von Neumann e Morgenstern (1947) mostrano come sotto certi assunti di razionalità, e di fronte ai risultati *rischiosi* delle sue scelte, un decisore si comporterà come se massimizzasse il valore atteso di qualche funzione definita dei risultati potenziali in un dato periodo di tempo futuro. Successivamente, la teoria dell'utilità utilizza il nuovo approccio soggettivo verso la probabilità ed il rischio, introdotto da Savage e De Finetti, che viene rappresentato non più in termini statistici oggettivi, ma come grado di fiducia che una persona ha nel verificarsi di un evento.

La stessa economia comportamentale si sviluppa a partire dagli anni '60 con Ward, Tversky e Kahneman, avendo come riferimento normativo la teoria dell'utilità, quindi come analisi empirica delle decisioni in condizioni di rischio. L'utilizzo sperimentale di lotterie, giochi e scommesse è sintomatico di questa concezione della realtà decisionale come caratterizzata dalla conoscenza dei risultati attesi e dalla attribuzione relativa di probabilità.

Non tutti però sembrano in sintonia con la rappresentazione di una realtà in cui le variabili fondamentali sono conoscibili e caratterizzabili a livello probabilistico. Herbert Simon con il suo concetto di razionalità limitata (1982) aveva posto le fondamenta di una teoria della decisione diversa: il contesto di scelta è spesso caratterizzato

da complessità ed i problemi sono *mal strutturati* per cui l'agente non può che seguire procedure euristiche di decisione. In altre parole, la realtà su cui si deve decidere è spesso incerta ed in questi casi la teoria dell'utilità o altri algoritmi ottimizzanti non hanno alcun ruolo di tipo descrittivo, né soprattutto di tipo normativo. La posizione di Simon riflette bene il cambiamento di prospettiva del nuovo secolo entrante che trova le sue premesse nel lavoro di Frank Knight ed il suo sviluppo recente nel programma di *razionalità ecologica* di Gigerenzer ed il suo network internazionale «Adaptive Behaviour and Cognition»⁷.

Nel corso del XIX secolo, nel settore manifatturiero, divenne sempre più importante la capacità di fornire macchine in grado di accrescere la produttività in tutti i settori. Non si hanno dati per il periodo preunitario, ma anche in Italia, tra il 1881 e il 1901, si ebbe una crescita dello stock di capitale nel settore delle macchine e mezzi di trasporto, che passò dal 17 per cento al 24 per cento del capitale totale, anche se l'Italia, come gli altri paesi europei, non seguì la strada delle «convergenze tecnologiche». Queste sono all'origine dello straordinario sviluppo del settore delle macchine per produrre macchine e costituiscono la chiave per la spiegazione della leadership tecnologica americana

⁷ VIALE, 2017.

nella seconda metà del XIX secolo. Secondo questa tesi, l'industria delle macchine utensili venne generata dai bisogni di macchinario emersi in un'ampia gamma di industrie. Nelle fasi iniziali, gli impianti per la produzione di macchinario apparvero come semplici appendici di fabbriche specializzate in un dato prodotto finale: le prime officine, ad esempio, erano collegate ad imprese tessili, in seguito si diffusero rapidamente in altri settori. Da uno di questi, quello per la costruzione di armi portatili, si sviluppò negli Stati Uniti la costruzione di macchine utensili specializzate: torni a revolver, rettificatrici di precisione, ecc., utilizzate in una vasta gamma di settori: macchine da cucire, in un primo tempo, e quelli di biciclette e motociclette. In Italia vi sono soltanto modeste tracce di questo processo di specializzazione delle macchine utensili, anzi, la maggior parte delle fonti che descrivono in prospettiva storica i caratteri qualitativi del settore italiano delle macchine utensili fino alla Seconda guerra mondiale sottolineano la mancanza di specializzazione e, soprattutto, la limitata applicazione dei concetti di normalizzazione e di unificazione⁸.

⁸Soltanto verso la fine del XIX secolo, iniziò la produzione di alcuni tipi di operatrici elementari come torni paralleli, fresatrici e lima-
trici, da parte di imprese presenti soprattutto in Piemonte e Lombardia,
come Züst a Intra, Pensotti a Busto Arsizio, Franchi a Brescia, Conti a

Le difficoltà incontrate dalla diffusione delle «convergenze tecnologiche» in Europa rappresenta forse il caso più interessante di adattamento di tecnologie sviluppate altrove, nella fattispecie negli Stati Uniti caratterizzati da diversa dotazione di risorse, da una notevole omogeneità della domanda e da una maggiore concentrazione industriale. Come si è appena ricordato, in Europa non si realizzò, fino al secondo dopoguerra, un mercato di massa del tipo di quello cresciuto in America nel periodo tra le due guerre. Il problema europeo ed italiano in particolare era come coniugare i vantaggi della produzione in serie con la varietà della gamma produttiva e della qualità, compresa quella del lavoro, che caratterizzava la tradizione industriale europea ed italiana. In Svizzera, Svezia e Germania, la risposta al problema fu la media impresa organizzata con criteri di serie che riusciva a conciliare efficienza e innovazione grazie alla cooperazione tra le imprese e lo Stato per la definizione di standard di misura e di esercizio di parti e componenti di macchine ed impianti. In questi paesi la produzione in serie non era intesa come produzione di massa di beni standardizzati, che richiedeva impianti di

Varese, Ceruti a Milano, Buzzi e Restellini ancora ad Intra. In linea generale, si può dire che, in Italia, la diffusione di un processo di convergenze tecnologiche fu ostacolato dalla forte dipendenza dei produttori dalla domanda, molto frazionata e specializzata.