



SUFFP

SCUOLA UNIVERSITARIA
FEDERALE PER LA
FORMAZIONE PROFESSIONALE



Conferenza della Svizzera italiana
per la formazione continua degli adulti

Tecnologie per una nuova economia: la sfida della responsabilità

Idee per
l'innovazione
nella
formazione
professionale

Quaderno
2



**Tecnologie per una nuova
economia: la sfida
della responsabilità**

Indice

Prefazione	4
Introduzione Quale innovazione? Fabio Merlini	5
Parte 1 Automazione, produzione, lavoro	6
1.1 Digitalizzazione: cambiamenti nelle imprese ed effetti sulla società	7
1.1.1 Le tecnologie di “Industria 4.0” e la formazione: appunti per un dibattito Giampaolo Vitali	7
1.1.2 Sei domande a Carlo Alberto Nobili	21
Parte 2 Ripensare la digitalizzazione	23
2.1 La conoscenza tra dissenso creativo, automazione e rischi di omologazione	24
2.1.1 Lettera ad Alan Turing Giuseppe Longo	24
2.1.2 Il fenomeno della digitalizzazione: riflessioni per comprenderne limiti e potenzialità, gestirne rischi e coglierne opportunità future Emanuele Carpanzano	36
2.2 Formare e formarsi nell’era digitale. Dove investire, su quali conoscenze, sviluppando quali abilità, mobilitando quali istituzioni?	42
2.2.1 La trasformazione digitale come trasformazione della formazione Francesco Varanini	42
2.3 Automazione e digitalizzazione: per una nuova organizzazione del lavoro. Come ripensare l’impresa, preservando la centralità della persona?	56
2.3.1 Persone e lavori ibridi: nuove competenze per nuove professioni Federico Butera	56
2.4 Giovani e creazione del valore: una nuova creatività al lavoro. Formazione, competenze e impresa innovativa	61
2.4.1 Digitalizzazione dell’economia e conseguenze per il lavoro e i lavoratori: alcuni spunti di riflessione. Maël Dif-Pradalier e Niccolò Cuppini	61

Parte 3
L'economia che vale. Imprenditorialità civile e mercato circolare 63

3.1 Lezioni per il presente.
Adriano Olivetti: un secolo troppo presto 64

3.1.1 Impresa e cultura in Olivetti: un rapporto sorprendente
Marco Peroni 64

3.2 Educare a una nuova idea di comunità. L'economia circolare 67

3.2.1 Un nuovo slancio per l'economia circolare
Adèle Thorens 67

Parte 4
Altri interventi registrati 71

Migrazioni e digitalizzazione: due progetti e una testimonianza
Seneit Garbani, Zahra Hassani e Giuliana Tedesco

Élites imprenditoriali, innovazione e responsabilità:
il caso Olivetti, un modello virtuoso
Beniamino de' Liguori Carino

Intelligenza artificiale e cittadini-lavoratori nell'era digitale
Luca Maria Gambardella e Carlo Alberto Nobili

Uomini e robot. Occupazione e progresso tecnologico
Riccardo Staglianò

Formazione continua 5.0
Furio Bednarz, Tatiana Lurati, Fabio Merlini e Meinrado Robbiani

Gilets jaunes e giovani per il clima.
L'economia civile come risposta?
Jean-Claude Luvini, Alfonso Tuor e Chiara Zocchi

L'economia civile in pratica: modelli, percorsi e casi
Nicola Tedeschi e Alberto Zambolin

Transizione digitale e formazione professionale: verso la 'new education'
Stefano Zamagni

Lezioni dal tempo della pandemia
Lorenzo Cantoni, Franco Lorenzoni, Marco Solari e Adriano Varetta

La presente pubblicazione intende raccogliere, *in primo luogo*, i testi delle conferenze o delle *lectures* presentate nel quadro di due iniziative promosse annualmente dalla sede della Svizzera italiana della Scuola universitaria federale per la formazione professionale - SUFFP congiuntamente alla Conferenza della Svizzera italiana per la formazione continua degli adulti - CFC: *Un'officina delle idee: incontri per l'innovazione nella formazione professionale*. Si tratta di incontri aperti al pubblico e mirati a promuovere occasioni di scambio con protagonisti del mondo della cultura, della formazione, dell'imprenditoria e dell'economia sensibili alle relazioni, talvolta virtuose, talaltra viziose, che intercorrono tra mondo del lavoro, processi produttivi, innovazioni tecnologiche e formazione. La qualità dei relatori, l'attualità dei temi affrontati, l'attenzione al tema dell'innovazione al di fuori delle retoriche con il quale troppo spesso viene affrontata, sono i motivi per i quali si è voluto predisporre un contenitore, fruibile anche in formato elettronico sui siti internet della SUFFP e della CFC, dove raccogliere i contributi presentati, così da metterli a disposizione del pubblico interessato.

In secondo luogo, i Quaderni *Idee per l'innovazione nella formazione professionale*, desiderano anche offrire agli interessati risultati di ricerca, spunti di riflessione e materiali prodotti nel quadro delle attività di formazione e ricerca dalle due istituzioni coinvolte. Si intende in questo modo offrire una cassa di risonanza ad attività innovative e sperimentali i cui confini, per i temi, le metodologie, le prospettive sviluppate, meritano di essere divulgati.

In terzo luogo, i Quaderni vogliono offrire anche ad altre istituzioni formative attive sul territorio una piattaforma grazie alla quale dialogare su temi di comune interesse, favorendo in questo modo la messa in comune di esperienze e pratiche significative da cui la formazione professionale possa trarre giovamento.

La Redazione

Quale innovazione?

Fabio Merlini

Le Tecnologie sapranno traghettarci verso un'economia ecologicamente responsabile e socialmente solidale? Lo sapranno se riusciremo a ripensare la nozione di innovazione. Se la intenderemo secondo un'accezione che non sia quella cui abbiamo prestato fede da quando il termine si è imposto in modo insistente, prendendo il posto della nozione di progresso. E cioè: rinunciando a identificare tout court l'innovazione con la digitalizzazione.

L'implementazione della tecnologia non è in sé una garanzia di innovazione. Per il semplice fatto che non esiste alcun automatismo che consente di passare dalla prima alla seconda. Non è sufficiente incrementare la performatività tecnologica per generare ciò a cui l'innovazione dovrebbe mirare in ultima istanza: lo sviluppo e il benessere economico, sociale e individuale.

Le tecnologie potranno essere le nostre alleate nella definizione di un'economia sostenibile sul piano ecosistemico e della giustizia sociale, a una condizione. Quella di allinearsi a una idea di società capace di abbandonare gli standard obbligazionali, a pretesa razionale e oggettiva, che negli ultimi trent'anni sono stati imposti alle nostre coscienze e ai nostri comportamenti con la stessa necessità di un imperativo categorico: concorrenzialità, individualità acquisitiva, narcisismo funzionale al consumo e alla disseminazione di sé sui social, profitto incondizionato, imprenditorializzazione di servizi e risorse. Configurare un progetto di società equa e sostenibile dal punto di vista sociale e ambientale è un compito della Politica, cioè dell'insieme del corpo sociale, e non l'automatico risultato della tecnicizzazione del mondo: un impegno che deve poterci coinvolgere tutti, in quanto cittadini consapevoli del valore della reciprocità non solo verso i nostri simili, ma anche verso le altre forme di vita e lo stesso pianeta. Dove si vede bene come la questione non sia solo quella del buono o del cattivo uso delle tecnologie, come accade per ogni strumento (dal martello agli asset finanziari), ma soprattutto del quadro generativo in cui esse prendono forma, si sviluppano, si diffondono e, in questo modo, danno forma, attraverso l'utilizzo che ne facciamo, al nostro mondo.

Se la relazione tra economia e tecnologia non è mediata dalla questione del senso politico (a che pro, a beneficio di chi, perché) della loro rispettiva azione, se cioè questa relazione non inerisce a un preciso prospetto di società in cui sia possibile riconoscersi consapevolmente, allora ciò che viene meno è la stessa distinzione tra l'una e l'altra. Perché tecnologia ed economia in questo caso diventano le due facce di una stessa medaglia: quel meccanismo per cui l'una si rafforza rafforzando l'altra, al solo scopo di potenziarsi reciprocamente, all'infinito. Come vi è una teletecnica capitalista allo stesso tempo vi è un capitalismo teletecnico orientato non meno della prima al proprio incremento. È esattamente quanto accade quando il mezzo diventa il fine.

Se non vogliamo che accada quanto è già avvenuto con la globalizzazione, dobbiamo imparare a distinguere tra una vera politica della digitalizzazione e una mera politica della sua implementazione. È la differenza che corre tra il porre consapevolmente la domanda sul perché di una scelta e il lasciarsi scegliere, perché non c'è altra scelta: come quando aggiorniamo compulsivamente il parco tecnologico dei nostri strumenti comunicativi.

Il presente Quaderno intendere offrire qualche spunto di riflessione e l'esempio di qualche buona pratica, proprio in questo senso.

1

Automazione, produzione, lavoro

1.1 Digitalizzazione: cambiamenti nelle imprese ed effetti sulla società

1.1.1 Le tecnologie di “Industria 4.0” e la formazione: appunti per un dibattito Giampaolo Vitali

Introduzione

Il legame tra formazione professionale e cambiamento tecnologico è molto stretto, in quanto l’implementazione delle innovazioni nelle imprese e nella società, soprattutto se di tipo *disruptive*, necessitano di una pari evoluzione del capitale umano, sia dal lato delle mansioni operative, che da quello delle mansioni manageriali.

Poiché lo scenario tecnologico del prossimo decennio è caratterizzato dalle innovazioni di “Industria 4.0”, e cioè dalla completa digitalizzazione dell’economia e della società, merita esaminare le caratteristiche del cambiamento tecnologico in atto e la possibile evoluzione che la formazione professionale dovrebbe seguire per adattarsi al cambiamento, o addirittura per anticiparlo, con il fine di godere dei vantaggi offerti dalla nuova organizzazione produttiva e minimizzandone invece i costi sociali. Infatti, il mondo del lavoro sarà influenzato pesantemente dall’uso delle nuove tecnologie, sia in termini quantitativi, con pesanti effetti di riduzione del fattore lavoro, sia in termini qualitativi, con l’esigenza di reperire nuove figure professionali oggi mancanti e utili per la crescita di nuove attività manifatturiere e dei servizi.

Pertanto, per ridurre l’impatto negativo e sfruttare tutte le opportunità offerte dalle nuove tecnologie, la formazione rappresenta una delle variabili più importanti a disposizione dei policy maker.

Nel prossimo paragrafo si esaminano le caratteristiche del paradigma tecnologico di “Industria 4.0”, soffermandosi sulle singole innovazioni che lo compongono e sul loro impatto in termini di nuovi prodotti e nuovi servizi creati.

Nel paragrafo successivo si sintetizzano i risultati di alcune ricerche che tentano di stimare l’impatto delle nuove tecnologie sull’occupazione, sia in termini quantitativi che qualitativi.

Il quarto paragrafo si focalizza sul ruolo giocato dalla formazione nel favorire gli aspetti positivi del cambiamento in atto, con particolare attenzione ai “nuovi lavori” e all’attitudine al cambiamento che il capitale umano deve possedere.

La sezione conclusiva sintetizza i risultati della ricerca e le proposte di policy atte a favorire l’adeguamento del capitale umano alle nuove sfide della tecnologia.

Giampaolo Vitali
ricercatore del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Italia) e docente di “Economia Europea” all’Università di Torino. Si interessa dei principali temi dell’economia industriale e dello sviluppo locale.

Le caratteristiche di “Industria 4.0”

“Industria 4.0”: un paradigma tecnologico composito

“Industria 4.0” può essere considerato come una sorta di quarta rivoluzione industriale, che segue l’avvento del telaio meccanico e dell’energia a vapore (I), del sistema tayloristico e dell’energia elettrica (II), del personal computer e dell’informatica (III).

Come indicato in figura 1, “Industria 4.0” è costituito da un insieme di molteplici tecnologie, anche molto differenti tra loro, quali “internet of things”, “cloud computing”, “additive manufacturing”, “cybersecurity”, “big data”, robotica avanzata, realtà aumentata, “wearable technology”, intelligenza artificiale. Si tratta essenzialmente di tecnologie già esistenti, ma che negli ultimi anni hanno avuto una rapida evoluzione, anche grazie all’abbattimento dei costi della loro diffusione nel mercato dei processi produttivi e dei prodotti di massa. Ciò che origina il nuovo paradigma è soprattutto l’integrazione delle varie tecnologie, che consente di sfruttare in pieno le potenzialità offerte da ogni tecnologia precedentemente presa singolarmente.

Con “Industria 4.0” si riescono a implementare nuovi modelli di business, sia per offrire prodotti o servizi già esistenti, che per proporre nuovi prodotti o servizi che fino a ieri non erano tecnologicamente realizzabili.

Tra i nuovi modelli di business, merita citare quello della “sharing economy” che sta influenzando velocemente la società, con la cultura della “condivisione” che si sostituisce progressivamente alla “cultura del possesso”. L’approccio “sharing economy” si integra con il modello di business “pay-per-use” e rappresenta già oggi un nuovo modo di utilizzare l’auto, la casa per le vacanze, perfino la bicicletta, e che in futuro evolverà in altri ambiti di cui oggi non vediamo ancora tutte le potenzialità di crescita.

Gli effetti che le tecnologie di “Industria 4.0” hanno sull’economia sono molto intensi, sia in termini positivi che negativi. Tra i primi merita citare la maggiore efficienza produttiva che la robotizzazione e l’intelligenza artificiale generano all’interno degli impianti industriali, grazie alla possibilità di migliorare la produttività del lavoro, la saturazione degli impianti, la pianificazione delle risorse, il risparmio di energia e di materia prima; inoltre, come già accennato al caso della “sharing economy”, si stanno delineando nuovi prodotti e nuovi servizi per i consumatori, con un rapporto più stretto tra produttori, distributori e consumatori, tre categorie sociali sempre più interconnesse e in comunicazione tra loro; infine, dentro la stessa struttura industriale ci saranno cambiamenti organizzativi, con le grandi imprese che saranno caratterizzate dalla stessa flessibilità oggi presente nelle piccole imprese, grazie alla produzione “addittiva” che con la stampa 3D consente di personalizzare il prodotto e ridurre la dimensione del lotto minimo di produzione, mentre le piccole imprese avranno vantaggi dall’uso delle tecnologie “open source” che permettono di ridurre le barriere all’entrata nelle nuove produzioni.

La connessione digitale tra produttore, distributore e consumatore favorirà una maggiore segmentazione del mercato dei consumatori, il cui livello di personalizzazione permetterà di soddisfare le esigenze specifiche di ciascun acquirente, anche grazie a una maggiore integrazione tra prodotto manufatto e servizio (di pre-vendita e post-vendita). E più in generale, la digitalizzazione della produzione favorisce una riduzione dei costi produttivi, perché aumenta l’uso di robot e di cobot¹ in linea, soprattutto, nelle fasi di gestione delle forniture in just-in-time (magazzini automatici, logistica interna agli stabilimenti, ecc.). I guadagni in termini di efficienza produttiva sono notevoli e contribuiscono a ridurre i costi di produzione favorendo la domanda.

1 — I robot collaborativi che lavorano a fianco degli esseri umani, aiutandoli nelle mansioni più pesanti o ripetitive.

Figura 1: Caratteristiche di Industry 4.0

Nuove tecnologie

Internet of things, intelligenza artificiale, cloud computing, additive manufacturing, cybersecurity, big data, robotica avanzata, realtà aumentata, wearable technology

Vantaggi nel contesto attuale

Efficienza produttiva: produttività impianti, saturazione impianti, migliore pianificazione, risparmio energia e materie prime.

Nuova struttura industriale: grandi imprese con la flessibilità tipica delle PMI; PMI con tecnologie open source; minore importanza per le economie di scala (anche esterne).

Nuovi rapporti produttore-distributore-consumatore: nel cberspazio gli attori economici sono connessi tra loro e con i prodotti; aumenta la segmentazione del consumatore (personalizzazione); maggiore importanza del contenuto di servizio dentro il prodotto manufatto.

Nuovi modelli di business

Sharing economy (C2C)

Pay-per-use

Disintermediazione della distribuzione (B2C)

Circular economy e sviluppo sostenibile

Lo scenario di fondo al cui interno si concepisce industria 4.0 è il nuovo rapporto che si può realizzare tra il mondo fisico degli esseri umani (e cioè degli attori del sistema economico-sociale, quali imprenditori, lavoratori, consumatori, ecc.) e il mondo del digitale (i computer, i sensori, il mondo virtuale delle simulazioni, e così via). L'unione dei due mondi è molto complicata, e si stanno studiando le interfacce più idonee per ottenerla, ma le sinergie e i vantaggi che si otterrebbero sono elevatissimi, in quanto si riuscirebbe a sfruttare tutto l'enorme potenziale presente nelle tecnologie digitali, e di cui oggi ne utilizziamo una minima parte. Il sistema che si ottiene viene denominato sistema cyber-fisico (Cyber-Physical System, nella letteratura anglosassone), ed è composto da una complessa rete di macchinari, di beni fisici, di oggetti virtuali, di strutture di calcolo e di memorizzazione, di *device* di comunicazione (video, sonora, olfattiva, ecc.), contenitori di energia, che interagiscono tra loro e, contemporaneamente, con gli operatori economici.

L'obiettivo di industria 4.0 è quello di utilizzare questo sistema cyber-fisico per migliorare i processi industriali e distributivi, sia nel senso di ottenere più efficienza, e quindi una riduzione dei costi che garantisce minori prezzi di vendita e più domanda finale da parte dei consumatori, sia in quello di aggiungere nuovi prodotti e nuovi servizi. Merita infatti precisare che i limiti attuali che industria 4.0 consentirà di superare sono attribuibili alla scarsa interazione tra le tecnologie già esistenti e il mondo fisico, cioè ai problemi dell'interfaccia del sistema ciber-fisico, e non tanto alla mancanza vera e propria di nuove tecnologie.

Alcune tecnologie significative

Come già affermato, il paradigma tecnologico di “Industria 4.0” è costituito da un insieme di molteplici tecnologie, anche molto differenti tra loro, che sono in corso di stretta integrazione l’una con le altre e che hanno un forte impatto sull’economia e la società. Vediamone alcuni casi significativi

Robotica avanzata

Tra le tecnologie più accreditate dentro industria 4.0 merita citare la nuova generazione di robot, definiti cobot, e cioè robot collaborativi, che sono capaci di lavorare a fianco degli uomini senza barriere. Si usano spesso per eseguire i lavori più pesanti e pericolosi dentro gli impianti produttivi, soprattutto in quelli che stanno affrontando un forte aumento dell’età media della manodopera operaia, anzianità demografica tipica del contesto europeo, che comporta vari limiti funzionali nelle mansioni più faticose. I nuovi cobot vengono definiti “collaborativi” perché hanno una elevata interazione con gli operatori umani, e ne rappresentano una sorta di assistente personale per le mansioni più gravose, aprendo le porte a nuovi modelli di organizzazione del lavoro in fabbrica.

Oltre ai cobot, la robotica avanzata sta rivoluzionando le attività della logistica, soprattutto quella dei magazzini automatizzati, con robot che riescono a eseguire tutte le operazioni di magazzino, è cioè “pick, pack, and ship”. Il ruolo del capitale umano diventa quindi di coordinamento e gestione della flotta dei robot che sono attivi 24/24 ore, riducendo la quantità di personale necessario ma aumentandone la specializzazione e le competenze richieste.

In generale, l’effetto della robotica avanzata sul fattore lavoro è molto complesso, e si può intravedere un immediato effetto sostitutivo (non solo per il lavoro manuale e ripetitivo, ma si incomincia a notare una sostituzione anche nel lavoro impiegatizio e più qualificato), che comporta una minore esigenza di “operai esecutivi” e una maggiore richiesta di “tecnici controllori”.

Stampa additiva

Un’altra tecnologia ben presente in industria 4.0 è la stampa 3D, che ha possibilità di applicazione in tutti i settori industriali, usando un’ampia varietà di materiali. Infatti, mentre un tempo la stampa additiva era limitata a oggetti di legno, plastica e resina, oggi l’utilizzo si è ampliato alla ceramica, alle leghe metalliche e ai nuovi materiali che derivano dall’incrocio tra plastica, metalli e nanotecnologie. Inoltre, mentre agli albori di questa nuova tecnologia la stampa 3D veniva proposta per la realizzazione di soli prototipi, favorendo la cosiddetta prototipazione rapida che riduce i tempi dello sviluppo del prodotto, oggi si incomincia ad applicare la stampa 3D alla produzione di piccoli lotti e alla produzione personalizzata.

Il ciclo produttivo per la stampa 3D inizia con la creazione di un modello virtuale del componente da produrre, che viene elaborato usando un software di simulazione numerica e di visione tridimensionale; successivamente, il file digitale viene trasferito alla stampante, che può pertanto essere localizzata lontano dall’area di progettazione. La stampante 3D stende sottili strati di polveri metalliche, che vengono fusi e aggregati uno all’altro, strato su strato, creando il prodotto finale. Questa caratteristica del processo definisce anche il nome con cui si qualifica la tipologia di produzione tramite stampa 3D, con il termine di produzione additiva, cioè per aggiunta di materiale (*additive manufacturing*) che si contrappone alla tecnologia tradizionale di produzione sottrattiva, per esempio con le macchine utensili che tolgono materiale da un blocco di metallo.

Pertanto, con la stampa 3D si ha un cambiamento sostanziale nelle modalità produttive in quanto essa consente:

- la personalizzazione di massa del prodotto;
- la produzione di forme complesse;
- la flessibilità nell'uso della stessa linea produttiva per produzioni diverse;
- la veloce risposta ai cambiamenti del mercato, che diventando sempre più volatile costringe le imprese a modificare velocemente quantità e tipologia della produzione.

La personalizzazione di massa consente di realizzare un pezzo su misura per il singolo consumatore, senza dover fare uno stampo unico come avveniva in passato: il costo dello stampo rendeva il prodotto finale molto caro e lo destinava a una fascia molto alta di mercato. Con la stampa 3D il segmento di consumo che faceva riferimento a questa forma di "gusto esclusivo e elitario" e destinato a "pochi eletti" viene ampliato a dismisura, e quasi tutti i consumatori potranno fare riferimento al prodotto "fuori serie". Inoltre, il contributo dell'artigiano digitale può essere elevato anche in fase di progettazione, in quanto con industria 4.0 viene enfatizzata la possibilità di co-progettare il nuovo prodotto in modo parallelo e sinergico con l'apporto di più imprese, ognuna specializzata artigianalmente in una piccola fase del ciclo produttivo realizzato successivamente con la stampa 3D.

Questo processo consente alle imprese artigiane che si evolvono nel cosiddetto "artigianato digitale" di sfruttare l'opportunità di inserire la qualità, il "ben fatto", l'arte e la creatività tipiche del Made in Italy anche nei nuovi contesti tecnologici.

La stampa 3D ha un effetto sulla struttura dei costi di produzione. Infatti, Petrick e Simpson (2013) propongono che al concetto di economie di scala, ben presente negli attuali manuali di economia industriale, si aggiunga anche quello di "economies of ones", cioè i vantaggi che l'impresa ottiene dalla personalizzazione di massa, e che derivano dalla riduzione dei costi fissi aziendali a vantaggio dei costi variabili, nonché dalla riduzione delle barriere all'entrata nei nuovi business 3D, che comporta maggiore concorrenza e anche maggiore opportunità per le piccole imprese artigiane di estendere la propria specializzazione di nicchia ai nuovi segmenti di mercato aperti con la stampa 3D. Inoltre, la nuova struttura organizzativa, più focalizzata sulla gestione dei costi marginali, consente probabilmente una rivitalizzazione delle organizzazioni del lavoro basate sul decentramento produttivo e sulle relazioni orizzontali del network costituito dall'impresa-rete, una delle soluzioni organizzative più tipiche dei distretti industriali.

È comunque probabile che nei nostri sistemi produttivi continueranno a essere importanti le economie di scala e quelle di scopo, in quanto la personalizzazione di massa vale solo per alcune tipologie di beni, e pertanto la stampante 3D non sostituisce il vecchio sistema produttivo ma lo integra, lo allarga e lo completa, permettendo di ottenere beni personalizzati laddove c'è richiesta di tali beni ("love for variety") e laddove le forme complesse dei nuovi beni non sono compatibili con le vecchie tecnologie dello stampaggio e della forgiatura, dove le materie prime sono costose e merita risparmiare sugli sfridi di lavorazione.

IOT: Internet Of Things

All'interno di industria 4.0, la componente più affascinante per il futuro dei consumatori è sicuramente *Internet of things*, che rappresenta la tecnologia in grado di allargare il campo di applicazione della rete internet, connettendo alla rete tutti gli oggetti che ci circondano e che utilizziamo nella vita quotidiana. Pertanto, *internet of things* è il principale strumento di integrazione del mondo digitale con il mondo reale, in quanto porta nel mondo digitale anche gli oggetti, le cose, e non solo i

computer come accade fino a oggi. Poter dialogare con i propri elettrodomestici, l'auto, o i vari servizi che utilizziamo (servizi trasporto, sanitari, finanziari, ecc.) rappresenta un sicuro aumento di efficienza nell'utilizzo di tali prodotti/servizi, nonché un aumento dell'efficacia del loro consumo (perché vengono utilizzati meglio), oltre alla possibilità di ottenere nuovi prodotti/servizi oggi inesistenti. Le stesse opportunità di aumento di efficienza e efficacia si hanno nel caso dei prodotti industriali, e cioè nei componenti e nei macchinari presenti nel ciclo produttivo, che saranno connessi alla rete e potranno inviare dati al gestore della produzione.

Per connettere tutti gli oggetti tra loro occorre avere un indirizzo IP unico per ogni oggetto; sorge pertanto la necessità di attivare un numero elevatissimo di IP. Ciò non è possibile con l'attuale sistema di generazione del protocollo IPv4, che genera al massimo 2^{32} (2 elevato 32 indirizzi IP), e occorre implementare il protocollo IPv6, che invece consente di arrivare a 2^{128} , un numero di IP sufficiente per i prossimi decenni.

Inoltre, occorre tenere presente che ogni oggetto deve incorporare i vari sensori che raccolgono i dati sul suo utilizzo: l'aumento del numero di RFID attivati, che ha raggiunto il valore di alcuni miliardi, è la conferma che *internet of things* si sta sviluppando nell'ambito produttivo, prima ancora che nell'ambito *consumer*.

Big data

Il termine *big data* viene utilizzato per sintetizzare le tecnologie che permettono di raccogliere ed elaborare la grande massa di dati presente su internet, un fiume di informazioni che transitano attraverso internet e che, per esempio, descrivono i trend del mercato, le abitudini dei consumatori, la reputazione dei marchi, la domanda di alcuni beni, ecc.

Il maggiore problema nello sviluppo dei *big data* è forse rappresentato dalla difficoltà di elaborare i dati ottenuti, per ottenere dei risultati utili a prendere delle decisioni. Infatti, con industria 4.0 e la digitalizzazione della produzione gli impianti produttivi trasmettono milioni di dati grezzi sulle caratteristiche del ciclo produttivo, che oggi vengono per lo più scartati in quanto ritenuti inutili a causa della loro difficile interpretazione e uso ai fini del business. Con i *big data* si potranno archiviare i dati e analizzarli per migliorare l'efficienza del sistema, il monitoraggio dei tentativi di frode, l'analisi dei concorrenti, l'ottimizzazione dei call center, la gestione intelligente del traffico, e così via. Per gestire questi dati, in volumi elevati, di varietà diverse, con dati strutturati e multi-strutturati, sempre in crescita e in continua espansione, non si possono utilizzare le soluzioni tecnologiche del passato, in quanto troppo costose da implementare o inadeguate e limitate tecnologicamente. Con i *big data* occorre pertanto utilizzare nuove tecnologie software e hardware, quali:

- nuovi sistemi di gestione dei dati in grado di raccogliere un'ampia gamma di dati che sono caratterizzati dall'eterogeneità delle fonti (sensori, web, social media, *wearable device*, ecc.), dalla varietà di contenuti (immagini, suoni, testi, ecc.), dall'elevata dimensione;
- nuove metodologie di elaborazione, in quanto molti dati sono di tipo multi-strutturato e devono essere elaborati con i sistemi non relazionali (noSQL systems), che sono molto complessi e differenti da quelli comunemente usati nei tradizionali data warehouse (che contengono solo dati strutturati);
- nuove configurazioni hardware più veloci e performanti grazie all'uso del calcolo parallelo, di processori multi-core, di spazi di memoria più grandi, ecc.

Intelligenza artificiale

L'utilizzo dell'intelligenza artificiale consente alle tecnologie di "Industria 4.0" di poter essere applicate e adattate a contesti molto differenti tra loro, e collocate in tutti gli ambiti dell'attività economica e sociale. In primo luogo, sembra che l'uso dell'intelligenza artificiale sia principalmente

destinato alla nuova mobilità sostenibile, con i veicoli a guida autonoma che riescono a decifrare l'ambiente in cui si muovono solo grazie all'intelligenza artificiale.

In realtà, i progetti basati sull'implementazione dell'intelligenza artificiale nell'attuale contesto economico vedono un'ampia diffusione di applicazioni nel comparto dei servizi, soprattutto nella grande distribuzione organizzata, nei servizi di trasporto, nella banca/finanza. Si stanno proponendo soluzioni sperimentali e prototipi per favorire la diffusione, e quindi favorire un aumento della domanda, di molti servizi, con nuovi software che sostituiranno parte dell'occupazione attuale, da una parte, e richiederanno nuove figure professionali, dall'altra.

Il rapporto tra lavoro e nuove tecnologie

Le previsioni sull'occupazione

Il rapporto tra nuove tecnologie e mercato del lavoro ha sempre suscitato un acceso dibattito nella letteratura economica, non solo nella fattispecie delle attuali innovazioni, ma anche nel passato meno recente. È infatti noto come l'impatto delle nuove tecnologie sia particolarmente intenso sul mercato del lavoro, sia in termini qualitativi che quantitativi: nei vecchi modelli di business le nuove tecnologie modificano i modi di organizzare il lavoro e le mansioni richieste riducendo la quantità stessa dei lavoratori impiegati. Nei nuovi modelli di business aumenta invece la richiesta di lavoratori che devono svolgere mansioni che necessitano di competenze ancora poco presenti nel mercato del lavoro.

Nel caso delle tecnologie di "Industria 4.0" tale fenomeno è quantomai evidente e gli studiosi (Baldwin, 2018) vedono addirittura una maggiore intensità e velocità del processo di espulsione della manodopera tradizionale, da una parte, e una notevole scarsità delle nuove figure professionali richieste, dall'altra. In entrambi i casi, si generano effetti negativi sull'economia e la società, in quanto l'espulsione dei lavoratori obsoleti genera problemi sociali, mentre la carenza delle nuove professionalità riduce la crescita dell'economia, allontanando il PIL effettivo da quello potenziale, e non consentendo una politica di redistribuzione del maggior reddito generato dalle innovazioni.

Questo scenario tende quindi a ripetersi nel corso della storia economica, a ogni rivoluzione tecnologica, sia con riferimento al semplice telaio meccanico che sostituisce quello manuale, che con riguardo all'introduzione dell'elettricità in sostituzione del vapore, che nel caso dell'automazione industriale, e così via. La storia economica delle precedenti rivoluzioni industriali ha insegnato che nel lungo periodo il saldo tra lavoro distrutto e nuovo lavoro creato è sicuramente positivo, ma che purtroppo nel breve termine è invece quasi impossibile ricollocare nelle nuove produzioni i lavoratori espulsi dalle mansioni obsolete.

Pertanto, anche con "Industria 4.0" il dibattito in corso e le previsioni sull'impatto nel mondo del lavoro dell'introduzione delle nuove modalità produttive non possono essere ignorate, anche se i risultati degli studi sono molto discordanti tra loro (Ambrosetti, 2017; Assolombarda e Adapt, 2018; Molina, 2017).

In primo luogo, merita ricordare che la gran parte degli studi condotti recentemente (Brookings 2015; WEF 2016) si focalizza soprattutto sulla maggiore automazione introdotta da "Industria 4.0" nelle imprese manifatturiere, con una elevata percentuale di posti di lavoro nell'industria che potrebbe essere automatizzata entro il 2030, con relativa perdita di occupazione diretta.

In secondo luogo, alcune ricerche ampliano l'analisi alle implicazioni che le nuove tecnologie hanno nei confronti dei settori non manifatturieri: tanto nell'agricoltura, quanto nel terziario, le nuove forme di automazione favoriranno la sostituzione dell'occupazione con l'ingresso

di nuovo capitale tecnologico (Berger e Frey, 2018). Ciò rappresenta una novità significativa rispetto alle fasi di cambiamento tecnologico che si sono succedute nel passato, generalmente focalizzate sull'ambito industriale. L'impatto sul terziario è quindi visto come uno dei fattori più critici, stante l'elevata intensità di lavoro presente in tale comparto.

In terzo luogo, merita ricordare quanto le suddette previsioni siano molto variabili tra loro, a seconda della metodologia utilizzata e dell'arco temporale futuro preso in considerazione: un conto è stimare un impatto che avverrà nei prossimi 5 anni, un altro conto è invece far riferimento a scenari dei prossimi 20 anni, di cui si possono immaginare le caratteristiche solo a grandi linee (Keybitz, 2018). Infatti, basterebbe semplicemente ricordare che “quasi tutte” le attuali mansioni non produttive, in tutti i settori economici, potrebbero teoricamente essere in parte sostituite dai nuovi macchinari e software dotati di intelligenza artificiale, sia con riferimento ai lavori impiegatizi, che a quelli di concetto e di coordinamento². Infine, giova sottolineare come il fattore temporale giochi un ruolo importante nell'individuare gli effetti delle nuove tecnologie sul mercato del lavoro. L'introduzione delle nuove tecnologie e la loro diffusione sul territorio e dentro i vari settori economici procederanno probabilmente per “ondate successive”, con forti asimmetrie tra i paesi, tra i settori economici e tra le stesse tipologie di lavoratori. Per esempio, uno studio di McKinsey (2016) stima che il 30% delle attività svolte oggi potrebbe già essere automatizzato con le tecnologie attuali, mentre uno studio di PWC (2018) afferma che la prima ondata di forte automazione è prevista nel decennio 2020-2030, con un coinvolgimento abbastanza limitato di lavoratori, mentre quella successiva porterà a metà del decennio 2030 a una automazione del 30% dei posti di lavoro attuali. In tutti i casi, gli studi prevedono la creazione di nuova occupazione, nei nuovi modelli di business creati dalle nuove tecnologie, anche senza poter stimare con precisione quanto sarà il saldo occupazionale tra vecchi posti di lavoro distrutti e nuovi posti di lavoro creati. Molto probabilmente tale saldo sarà negativo, con importanti ripercussioni sulla gestione delle politiche sociali, ma potrà essere in parte ridotto se si intervenisse fin da oggi con una idonea politica di formazione, finalizzata a creare le nuove competenze professionali mano a mano che verranno richieste dal mercato.

I nuovi modelli del lavoro e le nuove competenze richieste

Le nuove tecnologie di “Industria 4.0” favoriranno la diffusione di nuovi modelli lavorativi fondati sulla collaborazione tra uomo e macchina, con i lavoratori che dovranno possedere nuove competenze, probabilmente basate su un diverso mix di hard-skill e soft-skill. Quest'ultimo aspetto attiene alla necessità di favorire una maggiore unione tra le competenze tecnico-scientifiche, necessarie a seguire la complessità dei nuovi macchinari, e le competenze artistico-umanistiche, necessarie a sviluppare un approccio di *problem solving* e di adattamento veloce ai cambiamenti organizzativi.

Lo scenario prevede un aumento di robot che eseguono i lavori di routine, quelli più semplici, magari pesanti, anche se non ripetitivi, in quanto l'uso dell'intelligenza artificiale consentirà un certo adattamento dei robot ai segnali provenienti dall'esterno. È indubbio che una priorità sarà quella di promuovere la collaborazione fra uomini e macchine, grazie all'introduzione di cobot – contrazione di *collaborative robot* – ovvero robot che assistono e aiutano “da vicino” il lavoratore, e cioè interagendo fisicamente con esso: si tratta di macchine che non solo svolgono movimenti ripetitivi ma che sono in grado di imparare e agire accanto all'uomo, senza alcuna barriera protettiva.

Per garantire che i lavoratori, attuali e futuri, acquisiscano le competenze necessarie per rispondere alle sfide del futuro occorre dedicare maggiore attenzione ai programmi di upskilling e reskilling (WEF, 2018), ma anche considerare la possibilità che cambi profondamente il set delle

² – Si veda a questo proposito il video dell'intervento di Riccardo Staglianò, “Uomini e robot. Occupazione e progresso tecnologico” effettuato il 26 ottobre 2017 presso IUFFP, Lugano <https://youtu.be/chI9HALzHmk>

competenze necessarie al lavoratore, in quanto parte delle sue mansioni saranno delegate ai robot, all'automazione e ai software di intelligenza artificiale (WEF, 2016). Per esempio, il tecnico che gestisce la linea produttiva non dovrà svolgere come oggi le mansioni di "controllore" della linea, assicurando che tutto proceda per il meglio, in quanto ci saranno molti più sensori e automatismi di feedback che modificheranno da soli la linea per adattarla al raggiungimento del target prefissato. Al contrario, il tecnico del futuro dovrà invece essere pronto a intervenire per risolvere i problemi che il software controllore del processo non è riuscito a risolvere automaticamente o comunque a validare/confermare le proposte di soluzione che arrivano dai macchinari stessi. Ciò comporta un set di competenze più elevato e approfondito di quello attuale, perché comporta la conoscenza (hard-skill) dei processi produttivi e dei processi di adattamento che i macchinari hanno incorporati, da una parte, e le competenze (soft-skill) di problem solving, lavoro di squadra, adattabilità, dall'altra. Il cambiamento in atto però non investe solo il contenuto professionale delle nuove posizioni lavorative ma anche la tipologia giuridica degli impieghi: con le nuove tecnologie saranno possibili nuove forme di lavoro ultra-flessibile che modificano profondamente il contesto giuridico tradizionale, generalmente diviso tra lavoro dipendente e lavoro autonomo. Si pensi, infatti, alle nuove forme di lavoro sintetizzate nel termine "gig economy", o economia dei "lavoretti", al cui interno il concetto "pay-per-use" e quello della condivisione (sharing economy) vengono applicati addirittura al fattore umano: i lavoratori sono in condivisione tra più datori di lavoro e in "affitto" per il solo tempo di effettivo utilizzo, con pesanti ripercussioni sull'impostazione tradizionale del mercato del lavoro e dei diritti dei lavoratori.

L'esplosione della connessione tra le macchine, le imprese e i lavoratori porta infatti alla creazione di queste nuove forme contrattuali che consentiranno alle tecnologie di "Industria 4.0" di manifestare tutto il loro potenziale di rinnovamento della nostra società, a patto che le nuove forme contrattuali trovino un riconoscimento giuridico e una loro regolamentazione che consenta ai lavoratori GIG di mantenere alcuni diritti fondamentali.

Il ruolo della formazione

Formazione per gestire la digitalizzazione della produzione

Le prospettive di evoluzione della formazione possono essere ipotizzate tenendo presente l'ampiezza e l'eterogeneità delle tecnologie presenti in "Industria 4.0" (Roland Berger, 2015; Lopez Research LLC, 2014; McKinsey, 2013; BCG, 2015), nonché l'ambito di applicazione di tali tecnologie, che va dal workfield interno alla fabbrica, alle relazioni lungo la filiera di fornitura, ai rapporti tra produttore e cliente, ai rapporti tra impresa e resto della società.

Un primo livello descrittivo attiene ai cambiamenti interni allo stabilimento produttivo, con il collegamento tra le macchine, e indirettamente con la tracciabilità dei componenti da assemblare e dei semilavorati da trasformare, si crea una rete intelligente che controlla in modo automatico il processo produttivo, sia in termini "quantitativi" che, ed è qui la maggiore innovazione, qualitativi. Infatti, il collegamento diretto tra le macchine consente di modificare in tempo reale "gli ingredienti" costituenti la funzione di produzione dell'impianto, mantenendo costanti gli standard qualitativi previsti. Dentro lo stabilimento si persegue la interoperabilità, e cioè la possibilità che le macchine e i sensori utilizzino lo stesso standard di comunicazione, pur provenendo da produttori differenti. In questo contesto le nuove competenze dei lavoratori sono legate alla gestione della forte automazione dei macchinari, e quindi alla soluzione dei problemi che la linea produttiva non riesce a risolvere da sé, tramite il software di gestione che automaticamente modifica il processo

produttivo in funzione delle differenze con il target da raggiungere. In questo contesto, la formazione professionale deve coinvolgere tanto le materie di tipo tecnico, quelle che consentono di comprendere il funzionamento specifico dei processi produttivi, quanto le materie di tipo “culturale” e “manageriale”, che aiutano a risolvere i problemi improvvisi, ad adattarsi alle novità, ad aprirsi al coordinamento del gruppo di lavoro, e così via.

Un secondo livello di coinvolgimento delle tecnologie di “Industria 4.0” riguarda i rapporti tra fabbrica e catena di fornitura locale. Anche in questo caso, si tratta di un impatto *disruptive*, nel senso che può modificare il concetto di prossimità fisica, favorendo quello di prossimità funzionale (cioè vicinanza tra le funzioni aziendali coinvolte nella fase produttiva). La prossimità fisica continua a mantenere i suoi vantaggi quando la *supply chain* è fortemente integrata nel territorio, come nel caso di molti distretti industriali, e quando sono importanti i forti risparmi nei costi della logistica che la movimentazione “ravvicinata” dei semilavorati consente. Al contrario, è possibile che i vantaggi della prossimità fisica si riducano se non è più necessario assemblare il prodotto sul territorio locale, che invece può essere stampato in 3D, magari in un unico pezzo, nei pressi del cliente finale, a cui potrebbe essere consegnato da un soggetto terzo (fornitori dei servizi di logistica integrata), riducendo un passaggio del ciclo produttivo. Per esempio, è il fornitore del leader capofila che consegna direttamente il prodotto al cliente finale del suo capofila. In questo caso il fornitore può essere localizzato lontano, fuori dal distretto industriale, e nei pressi del cliente finale. La nuova organizzazione del lavoro su scala mondiale, che si attua tramite le “global value chain” è la rappresentazione di tale evoluzione. In questo ambito, la formazione professionale dovrà aggiungere alle normali competenze tecniche anche robuste competenze relazionali, quelle che consentono ai tecnici di rapportarsi con i fornitori esteri avendo ben presente il linguaggio tecnico, gli standard produttivi e la contrattualistica in uso a livello internazionale e, più specificatamente, nel paese del fornitore.

Il terzo livello di applicazione è relativo ai nuovi rapporti tra produttore e cliente, che generano modifiche nella catena del valore, sia dei beni di consumo che di quelli industriali. Nel primo caso, non basta produrre un bene di qualità e a costi accettabili, ma occorre anche che il bene possa comunicare con il suo utilizzatore e con gli altri beni con cui interagisce. Se ciò non avviene il bene di consumo è apprezzato solo per il suo valore intrinseco, statico, tradizionale, ma non per il valore attribuibile al suo “utilizzo interattivo” (ottenuto tramite l’*internet of things*). La stessa filosofia si ritrova alla base dei nuovi componenti industriali, con il semilavorato che deve poter interagire con gli altri componenti con cui viene assemblato, e quindi deve: utilizzare gli stessi standard di comunicazione, essere pienamente tracciabile nel suo contenuto, garantire le nuove forme di monitoraggio in tempo reale del ciclo produttivo, e così via. La connessione del bene di consumo o del bene industriale non si limita alle tecnologie, ormai consolidate, relative a e-commerce, social network, simulazione numerica, cloud, ma riguarda soprattutto le tecnologie di cui attualmente non si sono ancora sfruttate tutte le opportunità, quali *big data*, RFID, *internet of things*, robotica mobile, realtà aumentata, intelligenza artificiale.

Le competenze necessarie a gestire queste ultime tecnologie sono ormai necessarie per completare le opportunità di sviluppo offerte da “Industria 4.0” e, ancora una volta, si tratta di competenze miste, tecnico-culturali, in cui anche la parte “creativa” ha una certa importanza nell’implementazione della realtà aumentata o dell’intelligenza artificiale.

Il quarto livello si riferisce alle interconnessioni con il resto della società, che avviene attraverso la digitalizzazione delle relazioni tra gli operatori del mercato, non solo in senso verticale tra impresa e *supply chain*, o tra produttore e consumatore, ma anche in senso orizzontale, tra

gli imprenditori, i consumatori e, addirittura, gli stessi oggetti. Nel nuovo scenario si potranno replicare dentro il mercato le relazioni di comunità oggi disponibili nell'ambito dei rapporti tra le persone fisiche, con la creazione di *community* a cui partecipano imprenditori, consumatori, macchine, oggetti, lavoratori. Dentro le nuove *community*, le comunicazioni digitalizzate determineranno flussi circolari dell'informazione, e non solo orizzontali o verticali, che coinvolgeranno tutti gli attori/oggetti/soggetti, la cui gestione, per esempio ai fini del marketing, sarà di notevole complessità e non confrontabile con le attuali modalità di gestione dei business su internet (reputazione del marchio, *customer care*, *corporate news*, aggiornamento sito internet, ecc.). In questo contesto contano molto le competenze di gestione dei social network che verrebbero utilizzate per il marketing operativo (profilazione della domanda, per esempio), ma anche per il marketing strategico (rilevamento nuovi fabbisogni, per esempio).

Formazione per gestire la nuova organizzazione aziendale

La digitalizzazione della produzione offre numerosi vantaggi solo se si effettua una contemporanea digitalizzazione dei rapporti tra tutte le funzioni aziendali, dalla produzione, in primis, alla progettazione, alla ricerca, alla commercializzazione, ai servizi pre e post vendita, e, addirittura, alla gestione delle risorse umane.

Come cambiano le competenze per gli operai e i tecnici, con il nuovo paradigma tecnologico aumentano le competenze che i manager devono possedere per gestire la nuova organizzazione del lavoro. Quest'ultima sarà caratterizzata da una maggiore apertura dell'impresa sull'esterno, sia a livello orizzontale negli altri settori economici, soprattutto con il settore dei servizi (processo di "servitization" della manifattura), sia a livello verticale, con la filiera di fornitura su scala mondiale (Global Value Chain). Ma la novità di "Industria 4.0" è che l'apertura dell'impresa sarà maggiore nei confronti dei consumatori, che saranno connessi all'impresa tramite l'internet of things inserito nei prodotti acquistati. Tutto ciò impatta sulle competenze di coordinamento che devono avere i manager aziendali.

Infatti, i manager devono essere in grado di gestire risorse umane molto differenti tra loro, in quanto lavoratori dipendenti, freelance, professionisti, lavoratori atipici con lavoro a chiamata, a tempo determinato, part-time, "lavoro GIG"; addirittura, all'interno dell'impresa sarà maggiormente richiesta la presenza di lavoratori che appartengono alla supply-chain, e cioè a catene di fornitura complesse, che non sono stabili ma evolvono a geometria variabile, anche all'estero, con le quali i modelli di organizzazione tradizionale mostrano difficoltà a causa degli effetti della "contaminazione reciproca" che la "co-location" comporta: la prossimità fisica di lavoratori con diversa contrattualistica, diversa flessibilità salariale e comportamentale, diversi obiettivi aziendali può infatti generare inefficienze non previste.

Per tale motivo, il manager dovrà essere in grado di gestire:

- un nuovo orizzonte del mercato del lavoro aziendale, che non ha più una netta separazione tra lavoratori "interni" all'azienda e lavoratori esterni a essa: le nuove tecnologie e i nuovi contratti rendono alquanto aleatorio il confine tra i due mercati del lavoro, che devono essere gestiti con modalità specifiche e non standard.
- una nuova modalità di responsabilizzazione del lavoratore, che anche se dipendente diventa comunque più autonomo nella gestione dei tempi, dei modi e dei luoghi di esecuzione della propria prestazione: smart working e responsabilizzazione del lavoratore, che diventa un "professionista" all'interno dell'azienda, necessitano anch'esse di un nuovo stile di leadership.

In questo contesto la leadership del manager e le competenze richieste perdono parte delle componenti di "controllo" dei processi, che saranno delegate ai software e all'intelligenza artificiale, per arricchirsi di

maggiori aspetti legati al “mentoring”, al “coaching” e alla motivazione dei collaboratori. Infatti, in un sistema complesso come sarà la nuova “impresa 4.0” conterà molto il gioco di squadra e le sinergie tra le competenze dei singoli collaboratori, in quanto i problemi da superare sono sempre più di tipo sistemico, che coinvolgono quindi competenze multidisciplinari, e che prevedono una cooperazione all’interno del gruppo di lavoro.

Formazione per gestire le problematiche sociali

L’attuale rivoluzione tecnologica avrà un forte impatto sulla società, non solo nel determinare le relazioni tra gli individui ma soprattutto nel favorire alcune “classi sociali” a scapito di altre. Si assisterà a un aumento delle differenze in termini di opportunità di reddito tra i vari soggetti caratterizzati da differenze di età, istruzione, digital divide, ambiente economico; la varianza tra le classi sarà maggiore rispetto a quella attuale, perché le nuove tecnologie offriranno grandi opportunità di crescita, e di declino, ai diversi soggetti, con intensità più elevate rispetto alle attuali condizioni.

Per esempio, la quarta rivoluzione industriale si realizza in un momento in cui in Europa, e soprattutto in Italia, la popolazione giovanile ha notevoli difficoltà a entrare in un mercato del lavoro che mostra barriere all’entrata molto alte in termini di competenze necessarie a soddisfare la domanda di lavoro delle imprese. È infatti necessario possedere elevate competenze per rispondere alle offerte di lavoro qualificato, in mancanza delle quali si deve ripiegare verso un segmento più basso del mercato del lavoro, caratterizzato generalmente da maggiore concorrenza e minori salari.

Soprattutto in Italia, una buona fetta degli attuali disoccupati non possiede le competenze richieste dal mercato, e a fortiori, non possederà quelle richieste dalle future tecnologie.

Inoltre, in Italia è molto numerosa la fascia di giovani non occupati e non in formazione (i cosiddetti “neet”, “not in education, employment, or training”), che ammontano a ben 2 milioni di giovani tra i 15 e i 29 anni che non studiano e non lavorano, e che rappresentano un capitale umano sotto-utilizzato, che non partecipa alla crescita del Paese, lasciando quindi il PIL effettivo molto al di sotto del PIL potenziale.

In questo ambito, emerge con tutta la sua importanza il problema del mancato incontro (*mismatch*) tra le competenze richieste dalle imprese, che domandano lavoro, e quelle possedute dai disoccupati che si offrono sul mercato. E tale *mismatch* sarà ancora più ampio quando le tecnologie di “Industria 4.0” saranno più diffuse se non si attiverà al più presto una idonea politica di formazione.

Numerose rilevazioni confermano che già oggi le imprese hanno difficoltà di reperimento di molte professionalità e non riescono ad assumere i lavoratori mancanti perché esse non sono presenti tra i disoccupati, a causa di un sistema educativo e di formazione che non tiene conto del fabbisogno professionale richiesto dalle imprese. Al contrario, ci sono alcune competenze molto presenti tra i disoccupati che non vengono più richieste dalle imprese, imponendo la necessità di riqualificare queste persone che in caso contrario continuerebbero a rimanere al di fuori del mercato del lavoro.

Il diffondersi di “Industria 4.0” nel nostro contesto economico rappresenta quindi una buona opportunità per intervenire in modo radicale nei confronti del gap formativo posseduto dagli attuali disoccupati.

Lo scenario del mercato del lavoro in molti paesi europei, e soprattutto in Italia, è influenzato dalle nuove tecnologie, come già affermato, ma anche dall’evoluzione della demografia. Questa determinante fa riferimento al processo di invecchiamento della popolazione, e quindi alla quantità di forza lavoro che sarà disponibile nel prossimo futuro. A livello europeo si conta che le persone in età lavorativa (nella fascia d’età 15-64 anni) erano il

67% della popolazione nel 2000 e si sono ridotte al 65% nel 2016, e saranno solo il 60% nel 2030 e il 56% nel 2070. L'impatto sociale di questo processo di invecchiamento sarà fortissimo, sia per quanto riguarda le mansioni da attribuire a un lavoratore sempre più anziano (e in questo ambito si stanno sviluppando i cosiddetti cobot, e cioè i robot collaborativi che aiutano il lavoratore nei movimenti più pesanti), sia per la gestione di un equilibrato sistema pensionistico (con l'aumento del rapporto tra pensionati e lavoratori), sia per i notevoli costi di una sanità pubblica universalistica, come quella italiana.

L'innovazione tecnologica ha un'influenza anche sull'evoluzione della contrattualistica giuridica, con l'emergere di nuove forme di "smart working", che consentono il lavoro "in remoto", da casa o da luoghi comunque lontani dalla "sede fisica" dell'impresa. I vantaggi per il lavoratore, che comunque rimane un dipendente dell'impresa, sono evidenti in termini di risparmio dei costi di trasporto e di gestione del tempo libero. I benefici sono presenti anche per l'azienda, che deve organizzare postazioni fisiche di lavoro in numero ridotto rispetto alla configurazione tradizionale. Alcuni studiosi (Baldwin, 2018) hanno perfino prospettato che l'attività di "smart working" che attualmente viene organizzata all'interno della stessa area regionale o nazionale, troverà un ampliamento nelle collaborazioni su area mondiale, cioè intercontinentale: il miglioramento dei software di comunicazione e di traduzione istantanea consentirà a una impresa di attivare lavoratori localizzati in Asia, nelle Americhe o in Europa, e non più nella propria città o regione di origine, a seconda delle competenze richieste. Probabilmente, anche il basso costo del lavoro dei paesi in via di industrializzazione favorirà questa sorta di "migrazione virtuale" dei lavoratori, con pesanti ripercussioni per il lavoro impiegatizio dei paesi europei. La globalizzazione dell'economia si estenderà pertanto dalle mansioni manifatturiere, già delocalizzate in parte nei paesi in via di sviluppo, anche alle mansioni terziarie.

Anche in questo scenario l'impatto della tecnologia sulle problematiche sociali è evidente.

Infine, merita ricordare l'influenza della tecnologia sulla configurazione contrattuale del lavoratore nella "gig economy", o economia dei "lavoretti", al cui interno i lavoratori vengono utilizzati in condivisione tra più datori di lavoro e retribuiti per il solo tempo di effettivo impegno.

Con la "gig economy" occorre modificare la precedente regolamentazione giuslavorista, per tenere conto delle nuove esigenze di flessibilità (massima) delle imprese, da una parte, e dei diritti dei lavoratori, dall'altra. Si esploreranno pertanto nuove forme di relazioni industriali, come tentativo di individuare le tipologie contrattuali più idonee a gestire i cambiamenti del mercato del lavoro.

Come già affermato, l'innovazione tecnologica comporta la fuoriuscita dal mercato del lavoro del personale avente competenze divenute ormai obsolete per il fabbisogno aziendale. Per tale motivo, acquista importanza il ruolo della formazione professionale, sia per formare le figure professionali oggi mancanti, sia per consentire alle attuali strutture organizzative di adeguarsi velocemente al cambiamento in atto. Quest'ultimo aspetto attiene anche alle modifiche che avrà l'organizzazione aziendale per poter recepire tutte le opportunità offerte dalle nuove tecnologie, modifiche che si realizzeranno con formazione specifica. Infatti, le nuove tecnologie di digitalizzazione della produzione offrono numerosi vantaggi solo se esse sono estese a tutte le funzioni aziendali, dalla produzione, in primis, alla progettazione, alla ricerca, alla commercializzazione, ai servizi pre e post vendita, e, addirittura, alla gestione delle risorse umane. Tutti ambiti in cui un rinnovo della formazione professionale potrebbe portare benefici.

Alcune considerazioni conclusive

Il quadro che emerge dalle caratteristiche delle nuove tecnologie, dalla loro diffusione nel sistema economico e sociale, e dal probabile impatto sull'occupazione evidenzia chiaramente come di fronte a una veloce avanzata dei nuovi paradigmi tecnologici ci sia invece una stasi delle politiche pubbliche finalizzate alla gestione di questa nuova rivoluzione industriale. Più in particolare, si tratta di implementare, con una certa rapidità, le politiche per la formazione, intese nell'accezione più ampia del termine e cioè formazione per i disoccupati e per gli attuali occupati, ma anche per i cittadini che si troveranno presto di fronte a una società pienamente digitalizzata.

Del resto, la stessa diffusione delle nuove tecnologie nelle imprese trova un limite nella mancanza di personale che possieda le competenze idonee a gestire le nuove tecnologie. Per favorire l'assorbimento delle nuove tecnologie occorre quindi puntare sulla formazione, e quindi sul capitale umano dell'azienda, anziché sui semplici investimenti fissi, come avveniva in passato in Italia, ma anche nel resto dell'Europa (CSC, 2018).

Soprattutto nel caso italiano, paese che mantiene un elevato peso della componente manifatturiera, l'investimento in capitale umano è complementare a quello in capitale fisico, e consentirebbe anche all'impresa di piccole dimensioni di trasformare l'attuale rivoluzione industriale in un'opportunità di crescita.

La nuova organizzazione d'impresa genera una complessità tecnica e organizzativa, e richiede da parte della politica pubblica un incentivo alla formazione, che favorisca l'allineamento tra domanda e offerta di competenze sul mercato del lavoro, a tutti i livelli di qualifica, in quanto le tecnologie di industria 4.0 pervadono tutto il sistema aziendale, dal magazzino alle funzioni di pianificazione e di indirizzo strategico, ma soprattutto con riferimento alle nuove figure professionali di "Industria 4.0".

A questo proposito, la letteratura di management propone una formazione che coniughi competenze ingegneristiche con cultura umanista, per ottenere tecnici in grado di gestire la complessità tecnologica ma anche il "problem solving" dei nuovi sistemi, nonché l'apertura al dialogo e al lavoro di gruppo interdisciplinare. Un ibrido tra gli attuali percorsi di formazione universitaria degli "ingegneri" e dei "letterati", come si sta tentando di sperimentare in alcune università, e come si potrebbe "facilmente" ottenere dalla parziale modifica delle esperienze dei "dottorati industriali", dell'apprendistato di "alta formazione e ricerca", dall'apprendistato "duale" della scuola superiore.

https://youtu.be/Ja0f_iEJWB4

Bibliografia

- Ambrosetti Club (2017), *Tecnologia e lavoro: governare il cambiamento*, Cernobbio
https://www.ambrosetti.eu/wp-content/uploads/Ambrosetti-Club-2017_Ricerca-Tecnologia-e-Lavoro.pdf
- Assolombarda e Adapt (2018), *Il futuro del lavoro*, Milano
<https://www.assolombarda.it/servizi/assistenza-sindacale/documenti/il-futuro-del-lavoro>
- R. Baldwin (2018), *La grande convergenza, Il Mulino*, Bologna
- BCG Boston Consulting Group (2015), *Industry 4.0 The future of productivity and growth in manufacturing industry*, Milano
- T. Berger e C. B. Frey (2018), *Structural Transformation in the OECD. Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of Work*, OECD social employment migration WP 193, Paris
- Brookings Institute (2015), *Skills and Innovation Strategies to Strengthen U.S. Manufacturing Lessons from Germany*, Washington
- CSC Centro Studi Confindustria (2018), *Dove va l'economia italiana e gli scenari di politica economica*, Roma.
- Keybitz (2018), *I tech trend del 2018*, Milano
- <https://www.key4biz.it/tech-trend-2018-key4biz.pdf>
- Lopez Research LLC (2014), *Building smarter manufacturing with the Internet of Thing*, San Francisco, USA
- McKinsey (2013), *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*, New York
- McKinsey (2016), *Where machines could replace humans—and where they can't (yet)*
<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Where%20machines%20could%20replace%20humans%20and%20where%20they%20cant/>

1.1.2 Sei domande a Carlo Alberto Nobili

Com'è cambiata la sua impresa nel tempo?

La nostra azienda nel corso degli anni ha imparato a stare sul mercato che si è fatto sempre più complicato a partire dai primi anni 2000 con l'avvento dei produttori cinesi di rubinetteria e valvolame. Importanti investimenti nei cicli produttivi, nei macchinari e nella formazione del personale ci hanno permesso di combattere contenendo i costi fino al 2010 e di incrementare, numero dei pezzi prodotti, fatturato e utile nel momento in cui la grande maggioranza dei nostri competitor ha iniziato a fare reshoring.

Quali sono le difficoltà e quali i vantaggi nel seguire il cambiamento?

La difficoltà principale è stata favorire l'apertura mentale delle persone. Un'Azienda, che ben funziona, riesce ad accorgersi molto prima dei cambiamenti del mercato e cerca, per quanto possibile, di plasmare il nuovo mercato in divenire, la forza di questo atto passa soprattutto dalla consapevolezza della dirigenza, del management e dei collaboratori.

Cosa comporta per i lavoratori la costante evoluzione delle tecnologie?

Lo sforzo più grande per tutti i componenti dei nostri teams è quello di mantenersi aggiornati, su tutto, continuamente. Nuove tecniche produttive, machine learning, nuovi sistemi di digitalizzazione, nuove gestioni più efficienti dei magazzini. Sicuramente all'interno delle nostre realtà viene premiata la voglia di proporre nuove soluzioni.

Carlo Alberto Nobili

Direttore Operativo (COO) della Carlo Nobili SpA rubinetterie. Fondata nel 1954. L'azienda è cresciuta costantemente e si distingue per i suoi processi produttivi d'avanguardia dotati di elevata automazione e le tecnologie innovative.

Come cambia il rapporto produzione – lavoratori – consumatori?

Una produzione socialmente sostenibile, crea prodotti sostenibili, a impatto ambientale 0, tutto questo riesce a convincere il consumatore che è sempre più attento al risparmio idrico ed energetico dei prodotti. Tutto questo grazie a una costante ricerca.

Quale sarà secondo lei l'impatto degli sviluppi attuali sull'occupazione a medio e lungo termine?

Siamo di fronte a un cambiamento epocale in quanto non perderemo posti di lavoro ma li reinventeremo. Il lavoro dell'uomo sta diventando sempre meno faticoso e al contempo più qualificante. Vi faccio un esempio, una volta avevamo uffici pieni di collaboratori che emettevano fatture, oggi lo fanno gli ERP di ultima generazione. L'uomo avrà sempre di più la funzione di "insegnante" e controllore per le macchine. Si parla molto di IA ma credo, che almeno nel prossimo futuro e per parecchi anni, l'essere umano non potrà essere sostituito. Prendiamo ad esempio i designers, posso fare un briefing su un prodotto che necessito e la macchina mi darà quello che ho chiesto, ma solamente quello, una persona mi darà quello che ho chiesto più qualche spunto che deriva da una contaminazione che ha avuto, l'idea meno asettica è sicuramente quella più vincente.

Andiamo verso una società più liquida, in cui cambiano le modalità di produzione, gli orari di lavoro, i profili degli operatori e i flussi logistici?

Sicuramente ci stiamo muovendo verso una società più liquida dove il compito dell'individuo è di mantenersi formato grazie all'aiuto delle nuove tecnologie. Nei nostri stabilimenti le modalità di produzione sono robotizzate e all'avanguardia già a partire dai primi anni '90 perciò i nostri collaboratori di vecchia data sono abituati alle nuove modalità di lavoro quali 4.0, organizzazioni esponenziali e lasciare fare alle macchine la parte "pesante" del lavoro e del calcolo. Mentre per i nuovi è sicuramente stimolante entrare in un ambiente di lavoro competitivo come il nostro. Per quanto riguarda gli orari di lavoro stiamo cercando di implementare nuovi metodi basati su target più che su orari prestabiliti in modo che il collaboratore possa gestire il suo tempo al meglio, facendo questo il carico di responsabilità verte soprattutto sui flussi produttivi e logistici, migliorando e performando al massimo su questi aspetti possiamo raggiungere l'obiettivo di avere un prodotto di qualità ottima ottenuto dal lavoro delle macchine e dal controllo dell'uomo e tutto in poco tempo.

2

Ripensare la digitalizzazione

2.1 La conoscenza tra dissenso creativo, automazione e rischi di omologazione

2.1.1 Lettera ad Alan Turing

Giuseppe Longo

Caro Alan,
ho accettato con grande gioia l'invito a scriverti una lettera personale: la tua presenza, come persona, è fortissima anche nei tuoi scritti scientifici, in modo inusuale per un matematico. Le tracce della tua vita personale, i tuoi drammi, hanno superato i limiti della tua vicenda per riguardarci tutti, in primis per via del tuo impegno nella seconda guerra mondiale, ma anche per le sofferenze di giovane uomo libero, di omosessuale in un contesto totalmente ostile. Cercherò di proporti la mia comprensione di alcuni dei tuoi testi fondamentali, in relazione ad altri altrettanto rivoluzionari, e poi di discutere con te alcuni dei problemi che si pongono a noi, più di mezzo secolo dopo, anche sulla scia delle tue invenzioni. Il far scienza, oggi, ha ben altra natura di quella che hai sperimentato tu, presenta altre sfide. Accanto alle tante possibilità che ci sono offerte, alle potenzialità (e attualità) di una interazione globale, di reti di moderne... Macchine di Turing, che ci connettono tutti, di un dibattito di tutti con tutti sulla faccia della terra, di una memoria dell'umanità a disposizione dell'umanità, ti racconterò come forme nuove di tecno-scienza deformano, svuotano, il "senso" dell'oggetto di analisi, rendono difficile una inventività di pensiero scientifico come quella che tu hai saputo così bene esprimere.

Saper essere nei fenomeni

Innanzitutto, tu hai saputo immergerti nei fenomeni, nell'oggetto scientifico, dargli "senso": farti prima macchina (1936), vivere poi la tua domanda drammatica sull'esser uomo-donna-macchina (1950), farci vedere e quasi toccare con mano le deformazioni continue e la generazione di forme in un "hardware" senza "software" (1952).

1- La Macchina

Il tuo primo articolo mi ha ricordato Archimede che si vede corpo nell'acqua e propone così il principio delle spinte simmetriche; o Einstein che si vede fotone [che pratica il] "surf" su di un'onda luminosa per cogliere la sconvolgente invarianza della velocità della luce – proprio come, surfando su di un'onda, le onde intorno sono viste come relativamente immobili. Così, tu ti vedi come "a man in the process of computing a real number": la Logical Computing Machine che inventi è in effetti un "human computer". "Computing is normally done by writing certain symbols on paper. We may suppose this paper is divided into squares like a child's arithmetic book". "The behaviour of the computer at any moment is determined by the symbols which he is observing and his "state of mind" at that moment". Così la sua azione è perfettamente "desultory", macchinale, insensata, ma ... umana: leggi 0 o 1 sul nastro-quaderno, scrivi 1 o 0 spostandoti a destra o sinistra, secondo lo stato interno ("of mind") fra un numero possibile di stati, q_0, \dots, q_n . Non è una macchina che si fa umana, ma un uomo che si fa macchina. Hilbert voleva la certezza assoluta della deduzione nella "potenziale meccanizzabilità della matematica", pretendeva la completezza deduttiva dei sistemi per il calcolo formale? Ebbene, ecco un uomo che si riduce a macchina per effettuare la deduzione logico-formale: tu, matematico, ti fai macchina deduttiva formale. E così definisci una funzione non calcolabile, che sfugge quindi alla meccanica deduttiva: come Gödel, distruggi dall'interno il programma formalista. Dai poi, scopo dichiarato del tuo articolo, la prima definizione di numero reale (non) calcolabile. Cercherò di ricostruire più da vicino le idee più significative del tuo scritto.

Giuseppe Longo

Direttore di Ricerca emerito al CNRS, Centro Interdisciplinare Cavaillès, Ecole Normale Supérieure di Parigi, e professore aggiunto, Department of Immunology, Tufts University, Boston. È stato professore Associato di Logica Matematica e, quindi, Ordinario di Informatica presso l'Università di Pisa.

Per mostrare i limiti del sistema formale, che calcola senza senso, non ricorri al “senso”, alla necessità di capire quel che si fa, ma definisci una macchina che implementa/codifica il calcolo formale e mostri che la macchina è incapace di calcolare una funzione definita con un semplicissimo procedimento diagonale, puramente formale. Imiti in questo Gödel che aveva già dimostrato l’incompletezza dei calcoli logico-formali, ma non segui la tecnica inventata da Gödel, bensì proponi il tuo sistema meccanico-formale, molto più semplice e umano, troppo umano per esser macchina, eppure meccanico. E accompagni l’invenzione con lunghi discorsi esplicativi, guidi il lettore passo passo verso la tua intuizione, sei umanamente presente nella costruzione della tua Macchina Logica per Calcolare, pur così formale. L’opposto di Gödel, il cui articolo del 1931 è un capolavoro di perfetto rigore e chiusura formali, anche nella scrittura, assolutamente disumana, totalmente “self-contained”, senza una sbavatura discorsiva, una evocazione del senso, del gesto matematico proprio alla costruzione effettuata, salvo poche righe nell’introduzione. L’articolo di Gödel è un diamante formale intoccabile: in alcun modo se ne può semplificare la prova, prender scorciatoie, al più riscrivere le pesantissime notazioni – è essenziale e perfetto. Il tuo articolo invece è una chiacchierata amichevole, che accompagna il lettore per mano, ci discute, ci ragiona insieme. Sei presente con la tua umanità, come sempre sarà anche dopo. Oggi, descriviamo in poche righe la tua macchina, ma si perde così l’originalità del tuo percorso inventivo, l’audacia del tuo farti macchina. Per questo ti scrivo così volentieri: ti si conosce come persona, leggendo i tuoi articoli matematici. Forse è un po’ come leggere “Récoltes et Semailles” di Alexander Grothendieck, il grandissimo matematico apatride, educato e vissuto in Francia, ovunque fuori luogo, come lo eri tu, per il tuo carattere e la tua omosessualità. Alexander inizierà la sua attività alla tua morte e, come te, farà matematica per solo 20 anni, scegliendo poi il suicidio scientifico, se non quello fisico: tornerò su questo parallelo.

Il tuo è un risultato negativo, come era stato quello di Poincaré (1892) e quello di Gödel (1931) che hanno aperto nuove vie dicendo “no”, non è così: questo o quel programma e modo di vedere le cose, all’epoca dominante, non va. Poincaré dimostra la possibile incompletezza predittiva dei sistemi di equazioni non-lineari: si può anche determinare perfettamente un processo fisico, con un sistema di equazioni, ma la sua dinamica può essere non prevedibile (“et nous avons des phénomènes aléatoires”, dirà Poincaré nel 1902). Gödel, all’interno di un qualsiasi sistema che contenga l’aritmetica, costruisce un asserto formale indecidibile (primo teorema di incompletezza) e che, per di più, consente di dimostrare l’indimostrabilità formale della coerenza (della non contraddittorietà dell’aritmetica, secondo teorema). La tua prova non consente quest’ultimo virtuosismo, il finissimo calambour del secondo teorema di Gödel, ma, in compenso, è molto più semplice e, come negli altri due casi, apre la via a una nuova costruzione scientifica. Parallelamente a Kleene e altri, dimostrerai poi che la tua Macchina Logica è altrettanto espressiva (definisce la stessa classe di funzioni) dei sistemi formali di Gödel, di Kleene, di Post, del lambda-calcolo di Church, tutti degli anni ‘30. Tutti sistemi logico-matematici molto diversi: le vostre prove di equivalenza, fra il ‘36 e il ‘40, dimostreranno quindi che avete inventato un invariante matematico fondamentale, la classe delle funzioni formalmente calcolabili. Un invariante dei sistemi di scrittura e riscrittura hilbertiani, ovvero di sistemi di trasformazione di segni in segni: un qualsiasi sistema formale alla Hilbert definisce (al più) tale classe. I mistici, come sempre, prenderanno tale invariante per un assoluto.

Il lambda-calcolo, un elegantissimo paradigma per i sistemi di (ri-)scrittura, sarà il “tramite” delle tue (difficili) prove di equivalenza. Esso è il sistema più ricco di “teoremi propri”, fornirà la base di logiche con e senza Tipi, da Church (1932, 1940) e Gödel (1958) a Girard (1971) e Martin-Löf (1980), di grande espressività matematica, al cuore della

Logica Matematica e di molti degli stili di programmazione che hanno fatto l'informatica moderna. Negli anni '70-'90, i risultati di molti permetteranno di immergere il lambda-calcolo e i suoi Tipi in strutture matematiche derivate anche da una nozione centrale in Grothendieck, quella di "topos" (categorie di grande ricchezza strutturale e logica), dando un senso "geometrico", nel continuo, ai vostri linguaggi alfa-numeriche costruiti nel discreto (che onore, per me, vedere la mia foto nella riedizione del 1984 dell'ormai classico libro di Henk Barendregt sul lambda-calcolo, qualche capitolo dopo la tua). Così, ancora nel 2008, nuove categorie e topoi ispirati dal lambda-calcolo di Church e dai lavori di alcuni di noi, fra 1984 e 1990, verranno giustamente chiamate "Turing categories", in un bell'articolo di Cockett e Hofstra. Da una parte, infatti, la tua Macchina Logica, per la sua semplicità e per la separazione fra istruzioni e struttura fisica, ha ispirato, dopo la guerra, la distinzione pratica fra software e hardware nonché la costruzione dei sistemi operativi e dei compilatori – questi non sono altro che l'implementazione della tua "Macchina Universale". D'altra parte, come ti dicevo, il tuo lavoro ha anche aperto la via a tanta matematica, di 30 e... 70 anni dopo, grazie sia ai risultati di ponte, da te inaugurati, con il lambda-calcolo, sia, successivamente, a quelli fra questo calcolo e la teoria matematica delle categorie (e dei topoi).

Insisto, tuttavia: tutti i vostri risultati degli anni '30 sono nati come "risultati negativi". Ed è così che le vostre dimostrazioni, ponendo i paletti, i limiti a una proposta di conoscenza, hanno gettato le basi di nuovi universi scientifici: la geometria dei sistemi dinamici (Poincaré), la calcolabilità (Gödel, te e gli altri che ricordavo). Per dire "no" avete dovuto affinare le tecniche al punto di inventare nuove nozioni, poi dimostratesi fertillissime: Poincaré, le biforcazioni, le traiettorie (omocline) fra stabilità e instabilità, la geometria del caos; voi, le funzioni calcolabili e la macchina per il calcolo. Chi oserebbe oggi proporre un progetto di ricerca multi-milionario, unico modo per avere posti, dottorandi, collaborazioni, attività garantite per 3-5 anni, che miri a dimostrare che "no, non si può fare... tale processo è imprevedibile, tale sistema è incompleto, tale funzione non è calcolabile"?

2- Uomo/donna/macchina/Universo

La guerra interromperà il tuo lavoro scientifico e, come sempre nel XX secolo, gelerà tutta la scienza. Al più, decine di scienziati grandi come te saranno costretti a trovar soluzioni tecniche a problemi urgenti in quadri teorici ben noti, dalla chimica dei gas tossici e l'aviazione durante la prima guerra mondiale, alla fissione nucleare per usi militari o alla tua calcolatrice a ingranaggi meccanici per decodificare i codici tedeschi, nella seconda. Certo, per costruirla, hai dovuto utilizzare il tuo talento "aritmetico", la capacità di lavorare sulle combinatorie discrete dei numeri interi e dell'alfabeto, nell'intreccio fra i due; ma sarai costretto a costruire una macchina tradizionale, marchingegno di ruote e incastri, come ne esistevano da decenni, per combattere la macchina a rotelle tedesca che generava codici sempre diversi. L'urgenza di guerra non permetteva di sviluppare la tua idea scientifica, la Macchina Logica con un software distinto dall'hardware, e il tuo articolo del 1936 sarà ignorato per più di dieci anni, anche da te, fin tanto che non poteste pensare, in pace, a quella che poi diverrà "l'architettura di von Neumann" per i moderni computer elettronici.

Nel dopoguerra, però, la ripresa del pensiero scientifico, ti farà cambiare punto di vista. Coglirai innanzitutto l'importanza pratica della tua invenzione matematica, realizzandone un prototipo fisico, si diceva, e, quindi, capirai che essa può costituire una svolta nella rappresentazione del mondo. Nell'articolo del 1950, ridenominerai Discrete State Machine la tua Logical Computing Machine, mettendo così in evidenza la struttura fisica, a stati discreti, del suo hardware, e discreto-scritturale, alfabetica, del suo software.

Devo riconoscere che ho esitato a leggere il tuo articolo del 1950, su “il gioco dell’imitazione”. È possibile, mi chiedevo, che un grande come te riprenda così piattamente una scoperta degli anni ‘20, quando si sono misurate scariche elettriche dei neuroni, gli “spikes”, come dei bip-bip su un galvanometro? E queste deformazioni elettrostatiche e materiali dei neuroni, di enorme complessità, sorta di “transizioni critiche” in una dinamica continua, l’attività fisico-chimica di un neurone, vennero allora interpretate semplicisticamente come dei passaggi da uno 0 (inattività) a un 1 (scarica), come nei riquadri della tua macchina-quaderno da bambino. Mi stupivo della vulgata comune del tuo articolo, ovvero che tu potessi ancora pensare che un cervello animale, o umano, potesse essere una Macchina a Stati Discreti, 0 e 1 su un nastro, scritti o cancellati secondo regole prefissate... Ma no, dici esattamente l’opposto: “The nervous system is certainly not a discrete machine. A small error in the information about the size of a nervous impulse impinging on a neuron, may make a large difference to the size of the outgoing impulse”.

In effetti, proponi solo un “gioco dell’imitazione”, come dici a più riprese: si tratta d’ingannare un uomo che, ponendo domande tramite una teleprinter, cerca di capire chi, fra una tua macchina e una donna, è la donna. Non cerchi affatto di capire come funziona un cervello umano, farne un modello matematico, ma vivi piuttosto il dramma di una imitazione possibile. Dico il dramma, perché, a mio avviso, tu sai già che la polizia può, a ogni istante, porti la domanda: ma, tu, sei un uomo o una donna? E allora fai rispondere la tua macchina a questa domanda insulsa, aprendo così la via a un gioco simbolico ricchissimo, ma un gioco – tu, che hai saputo farti macchina, giovanissimo, in un gioco logico, e, forse, interroghi continuamente te stesso: uomo/macchina/donna?

Ti dirò, a me non interessano molto le considerazioni psicologiche che apporti per convincere il lettore della plausibilità del gioco dell’imitazione e dell’inganno possibile: non vai molto oltre banalità del tipo “hai i capelli lunghi? Sai scrivere una poesia? [...] Add 34957 to 70764, (Pause about 30 seconds and then give as answer) 105621” che è errato: la macchina deve imitare una donna e, sappiamo bene, le donne, in matematica non sono tanto brave... Poi, con molta modestia, ti azzardi a prevedere che, nel 2000, in un gioco di non più di 5 minuti, le macchine avranno il 30% di chances di farsi passare per una donna, in un dialogo tramite teleprinter (p. 442), ben lontano dalle fantasie di robot umanoidi perfetti che ci verranno promessi mille volte in seguito. Oggi, reti di neuroni artificiali basate su variazioni continue della connettività, atte a imparare, un’idea cui tu accenni, stabilizzando gradualmente invarianti delle immagini, sono in grado, dopo ore di lavoro, di distinguere un gatto da un ferro da stiro (che non cerca però di imitarlo), impresa non banale per una macchina.

Ho trovato invece appassionanti le numerose osservazioni che fai, di tipo fisico-matematico. Aprono la via all’altro grande articolo che stavi scrivendo, quello sulla morfogenesi, apparso nel 1952. Ovvero, per differenza con la tua macchina a stati discreti, cogli il ruolo del continuo, del gioco fra la misura fisica, sempre un intervallo, sempre approssimata, e le dinamiche non lineari. Così a pagina 440 osservi: “The system of the ‘universe as a whole’ is such that quite small errors in the initial conditions can have an overwhelming effect at a later time. The displacement of a single electron by a billionth of a centimetre at one moment might make the difference between a man being killed by an avalanche a year later, or escaping.” Ovvero, una perturbazione, una fluttuazione al di sotto della migliore misura possibile per la scala umana – l’uomo ucciso vs. lo spostarsi di un elettrone – può venire amplificato, nel tempo, in un fenomeno ben osservabile, che risulta quindi imprevedibile. Questo è il nodo dell’imprevedibilità deterministica dei fenomeni che rappresentiamo con sistemi non lineari, sensibili alle condizioni iniziali, quelli che Poincaré aveva ben analizzato 60 anni prima e che ben pochi avevano sviluppato: in essi, il ruolo della misura approssimata, un intervallo nel continuo, è

cruciale. L'impredittibilità classica (l'aleatorio) sorge all'interfaccia, data dalla misura, fra un processo fisico e la sua determinazione non-lineare (equazioni, funzione d'evoluzione): una fluttuazione non misurabile è amplificata dalla dinamica non-lineare – è questa la sensibilità alle condizioni iniziali che tu esemplifichi benissimo.

Oltre Poincaré, Hadamard e qualche matematico russo avevano lavorato a tali sistemi in meccanica celeste o nella fisica classica di grandi sistemi. Forse, questi ultimi matematici, come Pontryagin, non ti erano neppure noti (Kolmogorof scriverà solo nel 1953 la prima versione di quel che diverrà, nel 1963, il teorema Kolmogorof-Arnold-Moser, un pilastro di quei sistemi). Da solo, quindi, al più al seguito di Poincaré, cogli il rilievo della non linearità, del suo carattere non laplaciano (per Laplace, la determinazione implica la predittibilità), ben oltre la meccanica razionale laplaciana che verrà insegnata fino agli anni '60 e '70 (anche a me, purtroppo, pessima fisica matematica, accanto a corsi straordinari di matematica).

E così, per contrasto alla sensibilità alle condizioni iniziali, ovvero all'impredittibilità delle dinamiche non lineari nel continuo, spieghi: "It is an essential property of the mechanical systems which we have called 'discrete state machines' that this phenomenon does not occur. Even when we consider the actual physical machines instead of the idealised machines, reasonably accurate knowledge of the state at one moment yields reasonably accurate knowledge any number of steps later." E insisti: "It will seem that given the initial state of the machine and the input signals it is always possible to predict all future states. This is reminiscent of Laplace's view that from the complete state of the universe at one moment of time, as described by the positions and velocities of all particles, it should be possible to predict all future states." Ovvero, potrà forse imitare una donna, ma osservi, e non tanti lo hanno capito ancor oggi, che la tua macchina a stati discreti è laplaciana, poiché il suo accesso ai dati è esatto, la sua dinamica si svolge nel discreto; essa è un sistema di scrittura e riscrittura alfabetico, come spieghi chiaramente in una breve osservazione in cui contrapponi la scrittura alfabetica a quella ideogrammatica. È questa l'invarianza della "reasonably accurate knowledge of the state", della misura digitale, che è esatta e segue esattamente il processo di calcolo, quel che non vale nell'Universo fisico, ricordavo più su. Il tuo "effetto elettrone" (il suo spostamento di un milionesimo di centimetro con effetti successivi macroscopici) anticipa di dieci anni il fin troppo noto "effetto farfalla" di Lorentz (1962), così chiamato poi solo nel 1972. Come ho già scritto altrove, bisognerebbe piuttosto parlare dell'"effetto elettrone di Turing", ben anteriore, se il tuo articolo del 1950 non fosse stato letto soprattutto nella prospettiva dell'Intelligenza Artificiale; questo non ha permesso di cogliere la commedia tragica e simbolica che tu giochi, fra un uomo, una donna e una macchina, e ancor meno il tuo insight da grande matematico che sta lavorando alla morfogenesi, come dinamica fisica, non lineare, nel continuo.

Così, decenni dopo il tuo discorso chiarissimo, ci si viene ancora a raccontare, con Wolfram ad esempio, che l'Universo Tutto ("as a whole") è una (grande!) Macchina di Turing, di cui ovviamente gli organismi viventi, e il cervello in essi, sarebbero aspetti computazionali "emergenti", in quanto "computazionalmente irriducibili". E questo, senza neppure riuscire a dare una definizione matematica rigorosa di irriducibilità computazionale di un processo discreto in due dimensioni (v. gli automi cellulari di Wolfram, analizzati in margine alla tesi di dottorato di Alastair Abbott, diretta da Calude e Longo, 2015), processi nel discreto che, ovviamente, se rilanciati, iterano esattamente le stesse forme – l'opposto di un processo aleatorio, dell'impredittibilità, non iterabile in modo identico, proprietà minima che si chiede alla "emergenza". Inoltre, invano chiedo da tempo a questi computazionalisti dell'Universo di dirci se le costanti fondamentali della fisica, che appaiono in tutte le equazioni rilevanti, ovvero G , c , h e quella a -dimensionale a , sono... dei numeri reali calcolabili, nel senso da

te definito. Questione assurda per chiunque capisca il ruolo della misura nella fisica classica, un intervallo che meglio rappresentiamo nel continuo, e nell'indeterminazione della fisica quantistica.

C'è qualcosa di comune da capire in questa follia computazionale che ci circonda: tutto è computazione discreta, numerica, programmi digitali, dall'Universo al cervello, passando per il DNA, fino all'economia. Anzi, la conoscenza tutta può esser rimpiazzata da relazioni evidenziate computazionalmente su grandissime basi di dati discrete, il Big Data che renderebbe obsoleta la scienza, la proposta teorica. Cercherò di discuterne con te in questa lettera, poiché sei l'uomo giusto per capire tutto ciò, tu che hai, con Gödel, Church, Kleene e Post, inventato la teoria della calcolabilità e, tu, la Macchina a Stati Discreti. Ma hai saputo anche inventare altro, mai monocorde, sempre aperto e curioso al mondo.

3- La genesi delle forme

Una quindicina di anni fa, un collega biologo mi disse di lavorare ad alcuni problemi della morfogenesi embrionale seguendo i lavori di un matematico inglese, Alan Turing, e mi chiese se lo conoscessi.... Lui ignorava il tuo lavoro in Logica e Calcolabilità e io non sapevo nulla del tuo lavoro del 1952, salvo il titolo! In effetti, esso si muove in tutt'altro universo, concettuale e matematico. Da grande pensatore, ti rivolgi ad un'altra fenomenalità inventando altri strumenti, originali, per trattarla. Salvo poi, alla fine, riflettere a correlazioni, a un possibile uso critico degli strumenti precedenti.

Sin dal sunto sottolinei: "The purpose of this paper is to discuss a possible mechanism by which the genes of a zygote may determine the anatomical structure of the resulting organism. The theory does not make any new hypotheses; it merely suggests that certain well-known physical laws are sufficient to account for many of the facts." Si tratta della fisica classica di dinamiche non lineari nel continuo: non hai bisogno di "nuove ipotesi", in particolare non per il ruolo dei "geni", su cui ritornerò. Il modello si basa su di un sistema di equazioni, molto semplice. Al solito, i modi della tua genialità: prima, la semplicità quasi infantile della macchina Logica del 1936, con la quale però si può ricostruire tutto quel che è calcolabile nel discreto; ora, nell'articolo del 1952, l'elementarità di questa idea, tutta tua, di una azione chimica, che provoca una reazione, quindi una diffusione con onde regolari e non, che si propagano nel continuo e che generano forme. Un modello che cerca di capire un processo, che può essere errato ma ... che può "falsificare" ("a falsification"), dici - strano termine. Non dunque una imitazione che serve solo a "far credere a un interrogante", che non aiuta a capire, tantomeno a falsificare, ma ... cosa può esser falsificato dal tuo modello della morfogenesi? Proverò a capirlo...

L'idea, semplicissima, ma che nessuno aveva posto in questi termini prima di te, è dunque che una azione/reazione/diffusione chimica possa generare delle forme. Proprio in quegli anni Belousov, in Russia, ha osservato il fenomeno empiricamente, in una reazione chimica la cui descrizione, non creduta, verrà pubblicata con gran ritardo e sarà capita solo dopo le esperienze di Zhabotinsky, negli anni '60. Intuisci quindi matematicamente qualcosa di non ancora osservato sperimentalmente o non raccontato da altri, ma possibile: un equilibrio macroscopicamente omogeneo, ma instabile, che una fluttuazione, al di sotto dell'osservabile, trasforma in una dinamica di forme. Rotture di simmetria, instabilità catastrofica ... sono i termini che usi. Di nuovo, Poincaré e pochi altri avevano aperto la via, anni prima, in sistemi all'equilibrio, ma nessuno aveva applicato tale visione delle dinamiche fisiche nel continuo ad ambiti siffatti, per di più da te analizzati per capire alcune forme del vivente.

Tratti, ovviamente, l'approssimazione lineare della soluzione del semplice sistema di equazioni che proponi, ma discuti a lungo delle proprietà della non-linearità (la presenza di termini del second'ordine, come dici). Non proponi una matematica originale né difficile, lo dici a più

riprese nel tuo dialogo affettuoso con il lettore: lo rassicuri che le equazioni e i conti sono elementari. Ma ti poni in modo estremamente originale di fronte al problema della generazione delle forme biologiche: l'idea è, per così dire, "purissima". Come con la tua Macchina che calcola, come un bambino, su un quaderno a riquadri, così, ora, individui i termini di una dinamica fisica minimale, ma estremamente espressiva. Al solito, ti immergi nel fenomeno, senza pregiudizi, mettendo da parte, totalmente, la tua esperienza precedente, la tua stessa invenzione, la macchina Logica a Stati Discreti. Passi dall'altra parte di quella che Thom definisce l'aporia fondamentale della matematica: il discreto vs. il continuo. E il tuo precedente articolo, sull'imitazione, con le osservazioni sull'impredittibilità deterministica e l'effetto elettrone, aveva già fatto vedere l'aporia, il passaggio che ti accingi a fare. Dai così un ruolo centrale alla misura, all'accesso ai fenomeni: la fluttuazione al di sotto della migliore misura possibile, nozione che non ha senso nel discreto, dove la dinamica inizia e si svolge su dati esatti. Ma, alla fine dell'articolo, poni il problema della implementazione della dinamica su una tua Macchina: pensi che permetta di trattare solo casi particolari e ti riprometti di rifarlo. Il processo per omosessualità che inizierà quell'anno, ti stroncherà, fino al suicidio.

Un modello dunque, inventato per capire, non un'imitazione. E per falsificare... cosa? In conversazioni riportate da Gandy, dici che l'approccio di Huxley all'evoluzione darwiniana non ti piaceva. Questo è tutto centrato sui cromosomi e ha aperto la via alla nuova biologia molecolare che vedrà nel DNA il programma completo dell'ontogenesi. Per te i geni, scrivi nell'articolo, sono al più produttori di enzimi che partecipano alle reazioni che ti interessano ed è la velocità di questa produzione che contribuisce, scrivi, a un processo globale, interattivo e di tipo fisico, non "informatico". L'idea della completezza descrittiva dei cromosomi, sequenza di lettere-codice finito, non ti può certo andar giù, a te che avevi dimostrato, a tuo modo, l'incompletezza degli assiomi dell'aritmetica, anche loro stringhe finite di segni.

Il libretto di Schrödinger del 1944, che nella prima parte ha proposto l'idea di "codice" delle forme biologiche iscritto nei cromosomi, era già molto noto. E von Neumann aveva già pubblicato, nel 1951, un articolo sugli automi cellulari e attribuito ai cromosomi il ruolo di "programma della riproduzione e dell'ontogenesi": tu non li citi. Quel che proponi è invece compatibile con l'alternativa individuata da Schrödinger nella sua seconda parte: l'ontogenesi come dinamica basata sull'assorbimento di negentropia, descritta nei termini dell'energia libera di Gibbs (ho scritto su questo, con Francis Bailly, chiamandola anti-entropia, ma l'ombra del tuo lavoro vi è pure presente). Citi invece solo tre biologi, molto originali: Child, D'arcy Thompson, Waddington. Tutti estranei al crescente trend focalizzato sull'idea della completezza delle analisi dei cromosomi per capire la filogenesi e l'ontogenesi, tutti visionari, ma senza la tua matematica, della morfogenesi nel tuo senso, dinamica fisica nel continuo (l'ultimo era un embriologo-genetista, ma anche lui interpretava l'azione dei cromosomi sempre nell'interazione con l'organismo e l'ecosistema). Così, tu, inventore della nozione di "programma informatico", di software da descrivere indipendentemente dall'hardware, sei contrario al suo uso in biologia. È questo quello che il tuo modello falsifica! E lo dimostri: per generare forme (anche biologiche) non c'è bisogno di un "predefined design", di un programma (la tua teoria, dici, "does not make any new hypotheses; it merely suggests that certain well-known physical laws are sufficient to account for many of the facts"). L'homunculus codificato nel DNA, programma dell'ontogenesi e persino del comportamento, che diverrà definitivamente alla moda a partire proprio da quegli anni, è l'opposto della dinamica puramente fisica che descrivi e che falsifica la necessità di un codice-programma per la morfogenesi.

Quindi, tu, che hai distinto per noi software da hardware, e che hai così inventato la scienza della programmazione, del software, descrivi

una dinamica puramente hardware, senza software, deformazioni fisico chimiche nel continuo. Questo è il modo di un grande nel rapportarsi ai problemi, il saper sempre rinnovarsi, arricchire lo sguardo con nuovi punti di vista, inventare o utilizzare una varietà di strumenti, solo stimolato dalla voglia di capire. E hai aperto così un nuovo percorso scientifico: con decenni di ritardo, la tua analisi della morfogenesi è stata molto ripresa e sviluppata.

Intermezzo: Alexander Grothendieck (1928-2014)

Vorrei raccontarti di un altro grandissimo matematico che con te condivide il dramma di un arresto precoce e scelto di ogni attività, tu con la morte, lui estraniandosi nella solitudine di una vita agreste fuori dal mondo. Ma vorrei soprattutto sottolineare la comune ricerca della “purezza” del metodo, della “ingenuità” dello sguardo, sempre innovante, che rivolgete all’oggetto di vostro interesse. Tu ti metti a guardare in modo diverso, originale, “ingenuo” (l’ingenuità del bambino e del suo quaderno a quadretti dell’articolo del ‘36), ambiti già studiati da altri, la calcolabilità, e apri così nuove vie; inventi poi, con altrettanta ingenuità e originalità, un approccio matematico, relativamente semplice, alla morfogenesi. Alexander, come te, re-inventa, con un nuovo sguardo originalissimo e di sintesi, molto profondo, vaste aree della matematica. Le sue nozioni matematiche sono “purissime”: centrano l’invarianza e la stabilità concettuale massimale; sono generalissime senza mai essere vuote. In questo modo Grothendieck ha unificato costruzioni lontane, proponendo invarianti sorprendenti, nozioni e strutture “ponte”, condivise, ad esempio, da gruppi, spazi topologici, varietà di diversa natura (differenziali, geometriche...). Così, si è potuto unificare ambiti diversi della matematica, trasferire metodi e correlare tecniche. Ad esempio, i “fasci su siti”, sua nozione difficile e profonda, consentono di muoversi fra strutture discrete e continue, al di là della aporia fondatrice della matematica, il gioco fra discreto e continuo, che divide la tua attività in due parti distinte. I topoi inoltre hanno prodotto un ponte molto interessante fra logica e geometria, anche grazie ai lavori di Lawvere, 1963-1970, fino a dar senso “geometrico” persino all’impredicatività, terribile spauracchio circolare dei logicisti, da Russell ad oggi – che diviene invece una interessantissima proprietà di chiusura, logica, nel lambda-calcolo di Girard, e strutturale, nelle categorie fra insiemi e topoi in articoli di Hyland, Moggi e miei, 1987-1991. Le idee di Grothendieck, con quelle di Serre e alcuni altri in Francia, hanno in qualche modo toccato tutti i campi della matematica e hanno costituito la principale rivoluzione teorica di questo dopoguerra, forse la sola paragonabile alle quattro o cinque dei settanta anni che hanno preceduto la seconda guerra mondiale (senz’altro: geometria dei sistemi dinamici, fisica relativistica, fisica quantistica... logica matematica, quella cui tu hai contribuito), ma con ancor più grandi meriti di unificazione di campi svariati.

Dopo 20 anni di attività, agli inizi degli anni ‘70, la purezza scientifica di Alexander disvela la sua profonda natura, anche etica – come era per te: tu non potevi accettare la tua “colpa” di omosessuale, credevi nell’integrità della tua persona come del tuo modo di pensare, fosti perfettamente ingenuo, ma lucido, nel rigore con cui ti presentasti, quasi auto-denunciandoti, alla polizia, in occasione di un piccolo furto subito da un compagno occasionale. Un atteggiamento eticamente ancor più radicale porterà Grothendieck a troncare ogni rapporto con il mondo accademico e con la ricerca: li considerava compromessi con i finanziamenti militari, non attenti ai problemi dell’ecosistema. Pierre Lochack, in un bel libro, mette in evidenza la continuità fra la sua vita difficilissima di apatri-de immigrato da bambino in Francia e l’“ascetismo” del suo approccio alla matematica e alla vita sociale. Sottolinea la continuità della visione scientifica e morale di Alexander con l’impegno politico intransigente dei suoi genitori, anarcosindacalisti, di suo padre in particolare, che, presente in tutte le rivoluzioni europee, a partire dal 1905 in Russia,

è incarcerato per dieci anni dallo Tsar, liberato da eroe nel '17, ma, ostile a Lenin e perseguitato dai bolscevichi, è esule in Germania nel '21. A seguito del suo impegno contro il nascente nazismo, si rifugia in Francia all'avvento di questo, nel 1933, per poi combattere, a fianco della madre di Alexander, in Spagna nel '36; muore nel '42 in un campo di concentramento tedesco. Alexander ne continuerà, a suo modo, l'attitudine intransigente, anche in matematica, il rigore assoluto di una purezza concettuale ed etica senza concessioni, fino alla scelta drammatica di lasciar perder tutto, dimettersi dal suo posto all'IHES a Parigi, cinque anni dopo aver ricevuto la Medaglia Fields, al massimo della gloria scientifica, alla stessa età del tuo suicidio.

Questo modo di lavorare, questa intransigenza concettuale è frequente in matematica, le è forse propria: nell'invenzione matematica, c'è sempre una radicalità e una purezza rivoluzionarie – un concetto profondo, una prova, non possono essere “rabberciati”, non possono essere frutto di un compromesso, neppure con il reale. Ho avuto insegnanti e amici, sin dagli anni di studi, poi collaboratori e colleghi con queste caratteristiche, in cui “ingenuità” e purezza di sguardi si combinano a re-invenzione permanente e a profondità. Forse, nei momenti migliori, ogni matematico sa essere altrettanto intransigente con i concetti, ne pretende il massimo, propone la purezza di nozioni semplicissime, come te, o generalissime, come Grothendieck.

4- Reti e Big Data

In informatica, negli ultimi 30 anni, è successo qualcosa di enorme, che non avevi presagito: la nascita delle reti. Reti di computers, per altro diventati tutti individualmente potentissimi, in misura a te inconcepibile, grazie anche alla fisica, stanno cambiando il mondo e la scienza. Una svolta “simbolica”, terza grande rivoluzione scritturale, dice Clarisse Herrenschildt, dopo l'invenzione della scrittura, alfabetica in particolare, di cui lei è stata archeologa, e quella della moneta coniata, scrittura, symbolon, del valore. Come ogni rivoluzione profonda del simbolismo, quindi della comunicazione umana, l'attuale presenta sfide originali, che ancora non capiamo bene, e ancor meno controlliamo. Le reti ci avvicinano tutti, ci offrono possibilità inaudite di apprezzare la diversità umana, di arricchire così l'esperienza di ognuno, spunto di nuove invenzioni, risultato di ibridazioni e di nuove sintesi.

Tuttavia, l'aver tanti vicini, come suggerisce la fisica del campo medio, può anche forzarci a divenir tutti “medi”, tutti uguali o quasi. La sfida è aperta. La gestione della scienza ne è una prima vittima: la bibliometria, su cui ho scritto un articolo scaricabile dalla mia pagina web (come è bello avere una pagina web accessibile da chiunque e in cui rendere pubblici i propri scritti!), contando le citazioni in tempo reale, spinge a lavorare in filoni dominanti, dove anche un piccolo progresso può essere citato da molti. Le invenzioni come le tue hanno richiesto dieci, venti, trenta anni, per essere apprezzate: l'impact factor delle riviste è invece calcolato da macchine sulla base delle citazioni degli articoli nei due anni successivi alla pubblicazione. In matematica, in fisica... ci vogliono dieci anni solo per capire un risultato difficile in una pista originale, che viene quindi ignorato a lungo, a meno che non sia una risposta difficilissima a problemi aperti da decenni. Macchine in rete che contano immediatamente le citazioni uccidono a priori ogni tentativo di avventurarsi, come hai fatto tu, su sentieri del tutto nuovi.

A questo si aggiunge la follia, che citavo, del “tutto computazionale”, a partire dallo sguardo sul vivente, l'opposto di quello che tu hai saputo proporre, fino al mito dell'Universo Macchina di Turing. Questi colleghi, che usano l'unica tecnica che conoscono per applicarla a ogni fenomeno possibile, appiattendolo in un universo senza senso, fatto solo di calcoli formali, agiscono come se la tua fosse l'ultima macchina che l'uomo può inventare: coincide con il mondo! Sono convinto che ne inventeremo

altre, ma queste loro profezie rischiano di divenire auto-avveranti: impilando tecniche computazionali su tecniche computazionali, sempre nello stesso universo teorico, per cogliere la complessità dell'Universo (del cervello, del DNA...), in modo sempre più astrusamente difficile, senza la semplicità purissima e profonda che richiede l'invenzione matematica, impediscono di pensare anche alla... prossima macchina, che di certo l'umanità saprà inventare.

Le strutture matematiche discrete giocano un ruolo centrale nella tua invenzione e nei suoi abusi come unica interfaccia, anzi come coincidente con il mondo. Le basi di dati discrete sono esatte, ci si accede esattamente. La grande sfida della misura fisica è dimenticata. Il fine '800 e il primo '900, dicevo, l'avevano messa alla luce. Poincaré aveva colto il ruolo dell'interfaccia fra nonlinearità delle dinamiche matematiche e processi fisici, dato dalla misura classica, sempre approssimata: come tu hai ripreso benissimo, fluttuazioni al di sotto del misurabile vengono amplificate in fenomeni osservabili che risultano quindi imprevedibili. Anche la fisica quantistica inizia proprio, nel 1900, dalla questione della indeterminazione intrinseca della misura e la sorprendente misura discreta dello spettro dell'energia, nel continuo dello spazio tempo. Tutto ciò è messo da parte da dinamiche computazionali che iniziano da valori esatti ed evolvono con esattezza, sistemi di ri-scrittura alfa-numeriche, come vengono definiti in piena generalità. Partendo da valori esatti, iterano in modo sempre identico: è questa la correttezza dei programmi. Poi, le reti, hanno introdotto l'aleatorio proprio alle fluttuazioni nel continuo spazio-temporale, alle incertezze di funzionamento di un nodo..., ma i colleghi che lavorano alle reti e alla concorrenza, lo chiamano "do not care": tutto è fatto per renderlo trascurabile. E ci riescono, le reti funzionano, esattamente, con rare eccezioni, grazie all'esattezza delle basi di dati discrete, senza nuances, senza incertezze nell'accesso ai dati. Se si identificano le reti di basi di dati discrete con il mondo, se lo si gestisce senza capire il metodo che così si impone, la griglia di lettura implicita, si perde il senso della deroga, che è "averaged out" dai comportamenti medi di rete, della nuance, dell'approssimazione e della perturbazione che contribuisce alla novità. In particolare, si perde il senso dell'interfaccia fra nostre proposte matematiche e mondo: la misura. È proprio quello che tu invece hai saputo fare, attribuendo un ruolo chiave a fluttuazioni, dal tuo "effetto elettrone", al di sotto della misura dell'uomo ucciso da una valanga un anno dopo, a quelle che "trigger", dici, la morfogenesi. Questo ci fa capire dove il tuo cambiamento di sguardo, dal discreto al continuo, permette di parlare in un altro modo del mondo: ci ritorno.

La scrittura delle equazioni o di una funzione di evoluzione, di una dinamica, da Newton a Schrödinger, non è la "stessa cosa" del processo di cui intendono essere "modello", nel senso del tuo modello della morfogenesi. Qualche platonista fuori dal mondo dice ancora che "un pianeta integra una equazione differenziale", dimenticando in primis che ne bastano due, intorno al sole, perché il sistema non sia integrabile (eppure i pianeti... si muovono egualmente...). Le equazioni, la funzione, propongono o derivano da una proposta di una struttura causale, come nel tuo modello della morfogenesi, sono strumenti di intelligibilità e, in qualche raro caso, di previsione, per lo più qualitativa (qui un attrattore, là una singolarità... un certo tipo di forme... come per la morfogenesi da te analizzata). In termini più generali, le equazioni possono derivare da leggi di conservazione (energia, momento...), quindi da simmetrie, che le strutturano (le equazioni del moto, tipicamente). Poi, l'uomo, o la macchina se sappiamo ben programmarla, può applicare algoritmi di soluzione, se esistono, o di calcolo per "seguire" la dinamica. Sappiamo che basta la minima nonlinearità, ovvero la descrizione di interazioni (più corpi o agenti), perché il calcolo diverga rapidamente dalla dinamica fisica. E lo si dimostra facilmente, anche senza comparare il calcolo matematico, sempre approssimato, e il processo fisico. Ovvero non è necessario misurare il processo

all'istante iniziale e a uno successivo: basta infatti osservare che una differenza al decimale preferito (il 15esimo, per dire, per la semplicissima funzione logistica) dà divergenze radicali dopo poche iterazioni del calcolo (50 in quel caso e si occupa tutto lo spazio delle fasi). Poiché la misura fisica (classica) è sempre un intervallo, questa differenza mostra che una fluttuazione al di sotto della miglior misura possibile rende il processo fisico imprevedibile con il calcolo matematico. In fisica quantistica, poi, la misura produce valori di probabilità che sono numeri reali, mentre il calcolo (equazione di Schrödinger) avviene sui numeri complessi. Insomma, la misura (fisica) costituisce una interfaccia fondamentale e complessa fra nostri tentativi teorici, possibilmente matematici, e fenomeni; ne mostra il distacco, la differenza fra calcoli e mondo, e rende la scienza umana possibile, nel gioco fra noi e mondo. Il modello matematico e i calcoli su di esso sono ben diversi dal processo fisico: la misura li collega e li separa, radicalmente.

Cosa fanno invece questi “computazionalisti” del mondo fisico e biologico? Identificano l'Universo a una struttura discreta, anzi a una scrittura discreta alfa-numerica, e dicono, come Wolfram: “We can certainly imagine a universe that operates like some behaviour of a Turing machine.” I sistemi per la calcolabilità, come il lambda-calcolo di Church, come la tua macchina, sono sistemi di ri-scrittura – stringhe finite di segni vengono trasformate (riscritte) in altre stringhe, seguendo le regole/istruzioni. Questa è la rivoluzione della tua macchina alfa-numerica: fa muovere la scrittura, ci dà una dinamica della scrittura alfabetica, ovvero della sua codifica in 0 e 1. Così, senza il problema della misura, dell'interfaccia dicevo fra noi e mondo, si vede una dinamica di riscrittura di segni, nel discreto, una dinamica simbolica, fuori dal mondo. La distinzione fra software e hardware, l'indipendenza del primo dal secondo (non interessa affatto come funzioni l'elettronica), ci fa prendere la riscrittura dinamica per un processo fisico. Fino ad arrivare a dire che il mondo è una macchina a stati discreti, una macchina per la ri-scrittura: la trasformazione di stringhe alfa-numeriche in stringhe alfa-numeriche. Ma, scomparsa l'interfaccia, ovvero senza il problema (enorme, in fisica) della misura, la corrispondenza fra scrittura matematica e processo è esatta, in totale contrasto con la corrispondenza fra equazioni e mondo che non è mai esatta: la misura approssimata li collega e li separa, radicalmente, come dicevo.

Tale follia del tutto computazionale ha invaso ancor più la biologia. Chaitin descrive le dinamiche biologiche, nel suo *Proving Darwin*: “life as randomly evolving software, software that describes a random walk of increasing fitness in program space.” Nel discreto, senza misura, il DNA viene identificato a un software; la sua materialità fisica e il suo contesto biologico, corpo, ecosistema, non hanno importanza: “we shall ignore bodies and metabolism and energy and consider purely software organisms”. In questo modo, si estranea il formalismo dai fenomeni, non li si osserva più, perché non li si misura più. Il mondo computazionale va per conto suo, fuori dal mondo, lontano dalla sua materialità fisica, biologica, perché in questa non ci sono lì, già scritti, i numeri: siamo noi, che associamo numeri a fenomeni e processi, attraverso la difficile sfida della misura. Il discreto rimpiazza misura ed enumerazione di atti di misura, propri al continuo, con la sola enumerazione.

Chaitin e Wolfram sviluppano le loro tesi, sulla fisica, sulla biologia, in molti scritti e le riassumono in due articoli in un volume in tuo onore, curato da Barry Cooper, dove aggiungono: peccato che Turing non lo abbia capito, ma la sua macchina è come l'Universo tutto, come le dinamiche biologiche. Una vera offesa a te, che hai saputo così profondamente “immergerti nei fenomeni”, giocare nell'interfaccia, cogliere il senso del gioco discreto/continuo, il ruolo della misura, inventare strumenti matematici originali, nel 1952, e diversissimi da quelli che avevi inventato prima, nel 1936, per trattare fenomeni nuovi.

Forse, la catastrofe massima del computazionalismo anti-scientifico la si intravede nella recente teoria del “The End of Theories”. In scritti a grande diffusione, informatici o manager di grandissime basi di dati ci spiegano: “Correlation supersedes causation, and science can advance even without coherent models, unified theories”. In breve, computer in rete, mettendo in evidenza correlazioni estesissime in immense basi di dati, consentiranno di prevedere e agire, senza bisogno di “capire”: l’intelligibilità scientifica è un lusso incerto, soggettivo, sorpassato, e le teorie sono delle proposte caduche. I dati, soprattutto se tantissimi, tera di tera bytes, i Big Data, sono invece oggettivi, nuova forma di assoluto, sono individualmente esatti, espressi in digits. Ovvero, quanto più le basi di dati sono grandi, tanto più regolarità statistiche, messe in evidenza da computer, possono governarci, senza bisogno di capire il senso delle correlazioni, di interpretarle, senza bisogno di teorie a riguardo, di interpretazioni.

Per fortuna la matematica ci consente di dimostrare l’assurdità di queste osservazioni: Cristian Calude e io abbiamo scritto un articolo a riguardo (downloadable). Proprio l’immensità dei dati coinvolti ci ha permesso di applicare i teoremi di Ramsey e di Van der Waerden. Questi consentono di dimostrare che, data una qualsiasi “regolarità”, ovvero una qualsiasi correlazione fra insiemi di numeri, si può trovare un numero m abbastanza grande, tale che ogni insieme con almeno m elementi contiene una regolarità (o correlazione fra numeri) con la stessa struttura. Ora, poiché questo vale per ogni insieme abbastanza grande (con almeno m elementi), vale anche quando esso è generato... da un processo aleatorio. Anzi, osserviamo, quasi tutti gli insiemi di numeri abbastanza grandi sono aleatori (se ne può dare una definizione matematica, in termini di incompressibilità), ovvero, la percentuale dei non-aleatori tende a 0 per m che va all’infinito. Quindi, se si osservano regolarità in basi di dati sempre più grandi, è sempre più probabile che i dati inseriti siano dovuti al caso, siano cioè perfettamente insensati.

Già... Franck Ramsey. Tu non hai potuto conoscere personalmente Ramsey, pure matematico precocissimo a Cambridge: è morto nel 1930, a 27 anni. Era traduttore e amico di Wittgenstein con cui poi anche tu avrai uno scambio intenso. Bertrand Russell e John Maynard Keynes saranno il legame forte e stabile fra voi tutti, gruppo straordinario di amici e auditori dei rispettivi corsi (ma, secondo te, ... Wittgenstein aveva amici?). Ti avranno di certo parlato di Ramsey e sono convinto che il suo finissimo risultato di combinatoria finita ti piaceva; forse ti interesserebbe anche la nostra semplice applicazione che demolisce la “Theory of the End of Theories”, tu che non hai fatto che proporre quadri teorici e matematici sempre originali, assumere diversi punti di vista, farti macchina a stati discreti e inventarne il software, immergerti in deformazioni materiali continue, senza software che le programmi, interpretare il reale e la tua stessa invenzione del reale. Cambiando così, profondamente, la nostra realtà.

<https://youtu.be/fjtPmE2cRD8>

2.1.2 Il fenomeno della digitalizzazione: riflessioni per comprenderne limiti e potenzialità, gestirne rischi e coglierne opportunità future

Emanuele Carpanzano

Premessa: occorre delineare punti fermi e orizzonti futuri della digitalizzazione

Vi sono oggi numerosi pensieri e punti di vista diversi rispetto al fenomeno della digitalizzazione e ai suoi possibili impatti attuali e futuri sulle nostre vite e sulla nostra società. Certo è che la digitalizzazione è al centro di discussioni, momenti di confronto e azioni programmatiche in molteplici ambiti e settori. Se ne occupano il mondo della ricerca e della formazione, quello del lavoro e dell'economia, come quello delle istituzioni e della politica, toccando al tempo stesso diversi importanti temi di interesse sociale ed etico.

Non è facile definire una piattaforma di osservazione comune e criteri di valutazione omogenei che possano portare a una valutazione uniforme e condivisa del fenomeno in corso: troppo differenti punti di partenza, basi di conoscenze ed esperienze, sensibilità e percezioni dei diversi attori oggi implicati nei processi e nella analisi degli stessi. È d'altra parte possibile provare a delineare alcuni punti fermi allo scopo di definire le portanti principali del fenomeno in corso e alcuni tratti degli orizzonti futuri: questo vuole essere lo scopo del presente breve scritto.

La tecnologia digitale: analisi di contesto e posizionamento

Da un punto di vista dell'inquadramento sistematico il mondo digitale è proprio dell'informatica, una delle scienze applicate che insieme alle scienze esatte, naturali e umanistiche, rappresentano l'insieme delle scienze basate sul metodo scientifico sperimentale. Il digitale rappresenta quindi un insieme circoscritto e limitato dell'insieme dei nostri saperi in ambito scientifico. Vi sarebbe per completezza di trattazione da evidenziare che lo stesso metodo scientifico, inteso come strumento prioritario di indagine e sviluppo della conoscenza è oggetto di discussione, motivo per cui il termine scientismo, ovvero l'approccio secondo il quale ogni forma di sapere che non si basa sul metodo scientifico sperimentale non sia accettabile, ha assunto nel tempo spesso una connotazione negativa. Ma questa digressione ci porterebbe oltre lo scopo del presente breve scritto e non sarà quindi ulteriormente approfondita in questa sede.

Tornando quindi alla riflessione sul fenomeno della digitalizzazione, e premesso che lo stesso si colloca in uno specifico e limitato contesto del sapere scientifico, è opportuno, in prima istanza, ricordare che il mondo digitale non è una rappresentazione compiuta del mondo reale. La dimensione digitale è di fatto frutto di una descrizione discretizzata del mondo reale, ove ogni elemento di informazione è trasformato in una rappresentazione in base due (ovvero in sequenze di uni e zeri). Quindi il mondo digitale è una semplificazione del mondo reale, in grado di rappresentarne solo alcune dimensioni, ovvero quelle riconducibili a una codifica binaria.

Il mondo digitale, con il quale l'uomo¹ ha interazioni sempre più rilevanti e all'interno del quale trascorre parte sempre più importante del proprio tempo lavorativo e personale, non può quindi per diversi aspetti essere considerato pienamente rappresentativo, né tanto meno alternativo, rispetto al mondo reale in cui viviamo. Le molteplici interazioni fisiche e chimiche alla base del sistema biologico e neuro-cognitivo del corpo umano che permettono la generazione di emozioni, sentimenti, pensiero e idee, non sono possibili, se non in minima parte, nel mondo digitale. Il mondo digitale non è per noi quindi un altro mondo possibile alternativo al mondo reale.

D'altra parte il mondo digitale è, nel perimetro dei propri limiti, uno spazio di rappresentazione della conoscenza e di dati all'interno del quale possiamo condividere ed elaborare informazioni rappresentate in

Emanuele Carpanzano
direttore del Dipartimento
Tecnologie Innovative SUPSI.
È stato docente al Politecnico
di Milano, all'Università
di Bergamo e attualmente
presso la Scuola universitaria
professionale della Svizzera
italiana dal 2012.

Ricercatore presso il Politecnico
di Milano, l'Agenzia Spaziale
Europea, ABB, Alstom Power,
il Consiglio nazionale
delle Ricerche e presso
la SUPSI dal 2012.

¹ — Inteso qui e nel seguito come essere umano in generale senza specificazione di genere.

formato binario. In particolare possiamo effettuare tali elaborazioni per grandi quantità di dati e in modo molto efficiente, motivo per cui gli strumenti digitali possono offrire importanti opportunità in diversi settori e ambiti applicativi che spaziano dall'industria al commercio, dai trasporti al turismo, dalla finanza ai servizi, dalla medicina alla sanità, solo per citarne alcuni.

La spesso aumentata percezione di tali opportunità, unitamente alla non piena comprensione dei limiti e dei rischi connessi all'utilizzo di strumenti e soluzioni digitali, porta con sé sovente preoccupazioni e paure rispetto al fenomeno della digitalizzazione e delle relative conseguenze, come anche criticità nel definirne i metodi e i contesti delle applicazioni future e delle relative attività di ricerca e innovazione pertinenti. Le preoccupazioni spaziano dal timore sulla sicurezza dei dati e sull'affidabilità delle informazioni elaborate, sino alla messa in discussione del ruolo dell'uomo in relazione all'avanzare delle capacità dei sistemi digitali e al controllo della intera opinione pubblica tramite la rete.

Per affrontare tale specifica riflessione è opportuno premettere che qualsiasi tecnologia, rappresenta uno strumento a disposizione dell'uomo che ha facoltà di deciderne scopi, contesti, modalità e limiti delle applicazioni. Per cui qualsiasi oggetto tecnologico, a partire da un semplice utensile meccanico come può essere un coltello, sino a un complesso processo di reazione nucleare, può avere applicazioni estremamente diversificate, che possono essere quanto più affidabili e utili o rischiose e controproducenti, in relazione alla natura delle scelte che ne hanno determinato criteri e fini della applicazione. Ovviamente i relativi impatti sono tanto più rilevanti quanto più la tecnologia in oggetto può influire sulle nostre vite, ovvero sull'ambiente, sulla economia e sulla società. Dato l'alto impatto della tecnologia digitale proprio per la sua diffusione e pervasività, è certamente di fondamentale importanza comprenderne al meglio limiti e potenzialità, proprio allo scopo di determinarne attentamente e con piena cognizione gli obiettivi e i metodi delle applicazioni future, valutandone le implicazioni tecniche ed economiche, come quelle ambientali, sociali ed etiche.

Una trattazione esaustiva di tutti gli aspetti implicati richiederebbe un approfondimento che va oltre spazio e intenti della presente riflessione, motivo per cui saranno nel seguito condivise alcune riflessioni più puntuali, ritenute in ogni caso funzionali anche per meglio comprendere la generalità e le implicazioni del fenomeno in corso in relazione ai temi citati. In particolare può essere utile una riflessione specifica con riferimento a settori disciplinari e applicativi oggi al centro di molte attenzioni, in quanto ritenuti particolarmente critici per l'impatto futuro che potranno avere sulla nostra società e sul mondo del lavoro in modo mirato: mi riferisco ai settori della robotica e della intelligenza artificiale.

La robotica: sempre più a supporto dell'uomo

Le applicazioni della robotica spaziano oggi in molti ambiti dall'industria alla medicina, dalla domotica allo spazio, e sono tipicamente realizzate per affiancare e/o sostituire l'uomo in compiti gravosi e/o ripetitivi, o in compiti che prevedano pericoli e/o l'operare in ambienti ostili, così come possono essere motivate per migliorare le prestazioni dell'uomo in termini di forza e/o precisione, basti pensare a titolo esemplificativo alle applicazioni in ambito industriale o chirurgico, ove l'uomo è spesso assistito dai robot. Il rapido diffondersi dei robot ha portato oggi molti a chiedersi se vi è il rischio che gli stessi sostituiscano gradualmente l'uomo nella maggior parte delle proprie attività e mansioni lavorative, a partire da quelle manuali, sino anche in prospettiva e con il supporto dell'intelligenza artificiale, a quelle intellettuali.

A tal proposito è interessante notare come la considerazione che un giorno le macchine avrebbero potuto sostituire l'uomo nei suoi compiti sia stata già formulata da Aristotele nel IV secolo avanti Cristo, ed è stata più volte

richiamata nella storia sino a coniugare il termine “disoccupazione tecnologica” negli anni trenta del secolo scorso. Certamente vi sono state innovazioni tecnologiche che hanno notevolmente impattato attività e lavori degli uomini nei secoli, basti pensare ad esempio ai telai automatici, ai trattori e ai treni, che hanno radicalmente cambiato attività industriali, agricole e commerciali.

Nonostante questo e nonostante il rapido progresso tecnologico negli ultimi decenni i dati OCSE sul tasso di occupazione testimoniano la notevole stabilità e la continua lenta crescita complessiva negli ultimi 50 anni del tasso di occupazione delle persone fra i 15 e i 64 anni nell'insieme dei paesi afferenti, questo pur in considerazione dell'aumento demografico di questi ultimi decenni. Tali dati, seppure con differenze fra i singoli paesi, vedono emergere positivamente i paesi più orientati all'innovazione tecnologica. I dati rilevano in ogni caso in Svizzera un tasso di occupazione complessivo solido nel tempo e vicino al 80%, che rappresenta un valore estremamente positivo in termini assoluti, essendo la media OCSE oggi intorno al 68%. Tali elementi portano a ritenere che anche le variazioni e differenze occupazionali fra i diversi stati siano da imputare a processi economici e politici diversi rispetto all'innovazione tecnologica, ove per contro quest'ultima risulta contribuire positivamente all'occupazione complessiva di chi ne sa meglio cogliere le opportunità.

Nel confronto fra uomo e robot va evidenziato che l'affidamento delle operazioni a un robot è possibile ed economicamente sostenibile solo quando ve ne siano le migliori condizioni da diversi punti di vista, fra cui: i costi di acquisto e manutenzione, l'affidabilità e sicurezza delle operazioni svolte, la flessibilità e agilità per eseguire i diversi compiti richiesti nel tempo, ecc. Per questo motivo, ove i compiti richiedano particolari destrezza e abilità, come flessibilità e agilità, od ove essi possano variare velocemente e occorra potere gestire possibili imprevisti, l'utilizzo dei robot risulta oneroso e non conveniente. Valutando con attenzione tali elementi l'immagine oggi diffusa dei robot che possono sostituire l'uomo in molti dei suoi attuali compiti e mestieri non è tecnicamente motivata per i motivi citati. Per dare una percezione dei numeri reali del fenomeno si può fare riferimento ai dati della *International Federation of Robotics* (IFR) che fornisce statistiche inerenti all'uso dei robot in particolare in ambito industriale, ove maggiormente trovano oggi applicazione. Segnatamente nel settore manifatturiero il numero dei robot industriali ogni 10.000 lavoratori è oggi pari a 74, ovvero un robot ogni 135 lavoratori. Nell'industria manifatturiera svizzera il dato è di 128 robot ogni 10.000 lavoratori, ovvero di un robot ogni 78 lavoratori. Numeri che non rendono plausibile uno scenario in cui i robot prevalgano numericamente sugli uomini nell'ambito della produzione industriale in tempi brevi. Di fatto si stima per i prossimi anni una crescita del 15% annuo del numero di robot impiegati in industria, questo vuole dire raddoppiare il numero dei robot attuali nei prossimi 5 anni, restando quindi molto lontani, in termini di ordini di grandezza, del numero di addetti nel settore manifatturiero.

Per altro va osservato come le linee di ricerca e sviluppo attuali che rispondono alle esigenze dei diversi domini applicativi – fra cui l'industriale, la medicina, la domotica, ecc. – sono sempre maggiormente orientate verso lo sviluppo di soluzioni che vedano la collaborazione fra uomo e robot piuttosto che verso soluzioni robotizzate autonome, proprio nel convincimento che il massimo beneficio derivi dalla coniugazione delle capacità e competenze dell'uomo, con gli strumenti operazionali che la robotica può fornire.

In senso più ampio, nel confronto fra uomo e robot occorre sempre ricordare che l'uomo progetta, produce e programma i robot, stabilendone quindi anche le regole e gli algoritmi secondo cui essi operano, ivi comprese le regole di apprendimento di cui possono essere dotati. I pericoli sociali ed etici che quindi spesso sono associati ai robot e anche le ipotesi che possano nel tempo prevaricare l'uomo, o persino costituire un pericolo per lo stesso,

sono quindi in ogni caso sempre riconducibili alle scelte che saranno fatte dall'uomo stesso che ne progetta le capacità e ne programma l'azione. Sta quindi di fatto all'uomo, e solo a lui, garantire che la robotica e le relative applicazioni siano sempre un valore aggiunto e non una criticità per l'uomo e la società, come di fatto avviene per ogni tecnologia. Su tale considerazione torneremo in termini più generali nelle considerazioni finali della presente riflessione, non prima di avere brevemente trattato anche un'altra tecnologia digitale di notevole attualità: l'intelligenza artificiale.

Intelligenza artificiale: fra aspettative, disillusioni e rinnovata consapevolezza

L'intelligenza artificiale è nata circa 70 anni fa con l'intento di creare macchine in grado di emulare l'intelligenza umana. In particolare si considera l'anno di nascita della disciplina il 1956, quando ricercatori di prestigiose università, enti di ricerca e aziende d'oltre oceano, avviarono un programma per realizzare in due mesi una macchina in grado di simulare ogni aspetto dell'apprendimento e dell'intelligenza umana. Dal 1956 ad oggi tale disciplina ha alternato momenti di grande entusiasmo e aspettative a momenti di difficoltà e disillusione, anche in relazione alle evoluzioni degli aspetti di ricerca e sviluppo scientifici e tecnologici correlati. Oggi, dopo oltre 60 anni il più importante progetto in corso nell'ambito di tale disciplina è lo "Human Brain Project", iniziativa della durata di dieci anni che ha visto la luce nel 2013 e vede coinvolti oltre 500 scienziati di oltre 100 università ed enti di ricerca allo scopo di sviluppare le conoscenze negli ambiti delle neuroscienze, delle scienze computazionali e della comprensione e simulazione dei fenomeni cerebrali. A distanza di oltre mezzo secolo quindi lo scopo del più grande progetto di ricerca attivo nell'ambito dell'intelligenza artificiale non è di riprodurre il cervello umano in toto, ma più limitatamente e realisticamente di meglio comprenderne il funzionamento allo scopo di emularne alcune funzionalità, per applicazioni mirate nell'ambito delle scienze computazionali, della informatica medica e della neuro-robotica. Tale considerazione evidenzia come il percorso dell'intelligenza artificiale avviatosi nel secolo scorso con grande entusiasmo si è rivelato molto più articolato del previsto, per cui occorre svilupparlo con la necessaria gradualità e il dovuto rigore scientifico, nella consapevolezza dei limiti del nostro sapere e delle nostre capacità tecnologiche.

Questa consapevolezza nulla deve togliere alle potenzialità della disciplina e ai benefici che potrà portare in molti settori applicativi, dall'industria alla medicina, dal commercio alla finanza, dalla sicurezza ai servizi. Potenzialità e benefici oggi sempre più attuabili e concreti grazie anche ai forti progressi dell'informatica e della rete, in termini di capacità di raccogliere, trasmettere ed elaborare grandi quantità di dati, come anche grazie ai continui progressi delle tecniche computazionali e degli algoritmi di intelligenza artificiale, fra cui in particolare i metodi di apprendimento automatico basati sulle reti neurali, quali sono i metodi di machine learning.

In termini generali l'intelligenza artificiale non deve essere confusa con l'intelligenza propriamente detta, che per definizione è propria dell'uomo. L'intelligenza artificiale è un potente strumento digitale che permette di elaborare tramite algoritmi informazioni codificate in formato binario, elaborando in modo efficiente grandi quantità di dati e cogliendone in particolare gli elementi di correlazione statistica. Mentre il cervello umano dispone oltre che di capacità di memoria ed elaborazione anche e aggiuntivamente di funzioni psichiche quali la cognizione, le emozioni e la coscienza, che ci permettono fra l'altro di comprendere i fenomeni cogliendone le relazioni di causalità, e di elaborare pensiero e idee in modo creativo. Per altro il cervello umano è in grado di imparare e prendere decisioni anche in maniera intuitiva e inconscia, mentre un sistema di intelligenza artificiale può solo eseguire le istruzioni fornite dall'esterno tramite un programma.

Volendosi in ogni caso limitare anche alla sola capacità di calcolo, ovvero di eseguire operazioni, è in ogni caso interessante confrontare alcuni parametri significativi che caratterizzano il cervello umano e un sistema informatico di intelligenza artificiale, quale ad esempio quello del robot più sofisticato oggi disponibile, ovvero l'I-cube. Il cervello umano dispone di 100 miliardi di neuroni, ognuno dei quali conta in media 10.000 sinapsi, motivo per cui il cervello può compiere un milione di miliardi di operazioni al secondo, con un consumo energetico di circa 40 Watt. Se consideriamo l'intelligenza artificiale dell'I-cube, essa può eseguire "solo" 100 milioni di operazioni al secondo, con un consumo energetico pari a 200 Watt. Il rapporto fra le differenti capacità di calcolo citate è pari a quello che esiste fra il diametro di un pallone da calcio e quello del pianeta Plutone, oltretutto con un consumo energetico cinque volte superiore. Appare quindi evidente che le distanze fra le capacità di calcolo sono ancora immense e che i consumi energetici, e quindi i costi, di un sistema di intelligenza artificiale con capacità di calcolo in linea di principio prossima a un cervello umano sarebbero in ogni caso incomparabili.

D'altra parte i sistemi digitali e gli algoritmi di intelligenza artificiale dispongono di elementi a proprio favore quali la capacità di immagazzinare grandi quantità di dati e di potere accedere in modo molto rapido ed efficiente agli stessi, come anche la capacità di eseguire istruzioni e calcoli in modo rapido e affidabile. Per cui soluzioni di intelligenza artificiale possono ben supportare e integrare le capacità proprie del cervello umano in molte attività che richiedono la consultazione rapida e l'elaborazione efficiente di grandi quantità di dati secondo programmi e algoritmi ben definiti.

In analogia a quanto visto per la robotica e in conseguenza di quanto precede, le attuali frontiere della ricerca si orientano sempre più verso la definizione di soluzioni in cui i sistemi digitali e di intelligenza artificiale supportano l'uomo, quale strumento di raccolta, gestione e analisi efficiente di grandi quantità di dati.

Conclusioni: affrontare la sfida con cognizione di causa e cogliere le opportunità future

Dalle riflessioni formulate si deduce quindi che la digitalizzazione offre sicuramente delle importanti opportunità nel prossimo futuro, ma che alcune aspettative o timori appaiono fuori misura rispetto allo stato dell'arte della tecnologia digitale oggi e al suo posizionamento in termini più generali.

Per contro al fine di vincere la sfida della digitalizzazione occorre anche la piena consapevolezza degli elementi più critici che dovranno essere affrontati nei prossimi anni in relazione al fenomeno in oggetto. Anche su questo punto molte sono le considerazioni pertinenti, e una trattazione con pretesa di completezza esula dagli scopi del presente testo, motivo per cui si indicano nel seguito solo le due criticità giudicate dall'autore le più sfidanti e maggiormente percepite dall'opinione pubblica, a titolo esemplificativo e di sintesi dell'insieme delle problematiche legate al fenomeno della digitalizzazione.

Il primo aspetto è quello della velocità del cambiamento che essa induce in diversi settori e ambiti e la conseguente difficoltà di adattamento dell'uomo nell'integrarla nelle proprie attività professionali e personali, e della società nel gestirne sviluppi e applicazioni. Tale criticità richiederà nei prossimi anni particolare attenzione all'orientamento e alla formazione delle persone che saranno chiamate sempre più a confrontarsi con gli impatti di tale tecnologia, come sarà importante una continua analisi e riflessione sulle opportunità di innovazione che essa offre e sugli impatti delle relative applicazioni nel tempo.

Il secondo elemento riguarda in modo mirato la sicurezza e la regolamentazione dell'accesso e dell'utilizzo dei dati e delle applicazioni che si basano sugli stessi, il cui impatto in molteplici ambiti, e in particolare in quelli

più sensibili, andrà gestito con estrema cautela ed equilibrio nei prossimi anni dagli attori coinvolti. Basti pensare al riguardo alla rilevanza della sicurezza di dati e informazioni in ambito sanitario, economico e politico, e alle conseguenze derivanti dall'impropria diffusione di dati ed informazioni in tali ambiti, unitamente alla criticità di potere verificare la veridicità di dati e informazioni immessi nei circuiti digitali, che oggi in pochi minuti possono raggiungere grande parte della popolazione mondiale.

Per coniugare la gestione delle rilevanti criticità con la valorizzazione delle notevoli opportunità legate alla digitalizzazione nei prossimi anni occorre quindi operare parallelamente lungo tre dimensioni prioritarie. In prima istanza la dimensione della ricerca e della innovazione tecnologica, da condurre con rigore scientifico allo scopo di disporre di soluzioni digitali sempre più performanti in molteplici settori e ambiti applicativi. In secondo luogo la dimensione culturale e sociale, che dovrà essere orientata a preparare con piena consapevolezza persone e società al cambiamento tramite azioni strutturate di sensibilizzazione, divulgazione e formazione. Infine la dimensione etica e politica, che dovrà determinare e regolamentare con la necessaria cognizione di causa i principi e i limiti delle possibili applicazioni digitali, con riferimento in particolare alla sicurezza dei dati e al loro corretto utilizzo.

Rispetto a tutte le dimensioni citate, il percorso della digitalizzazione, seppure iniziato da diversi decenni, è ancora lungo: molta strada resta da compiere, molte sfide da affrontare, molte opportunità da cogliere.

Lo stesso percorso deve per altro essere tracciato e articolato dall'uomo, secondo le proprie esigenze e aspettative, e sarà importante farlo con piena consapevolezza e cognizione, definendo le giuste mete, in quanto, citando Lucio Anneo Seneca: "non esiste vento favorevole per il marinaio che non sa dove vuole andare".

Contribuire, se non a fissare possibili mete, almeno a delineare le acque in cui navighiamo oggi e a tratteggiare gli orizzonti delle possibili direzioni future da intraprendere, voleva e vuole essere il contributo del presente breve scritto sul tema, contributo che si confida di avere almeno in parte fornito ai gentili lettori.

<https://youtu.be/fjtPmE2cRD8>

2.2 **Formare e formarsi nell'era digitale. Dove investire, su quali conoscenze, sviluppando quali abilità, mobilitando quali istituzioni?**

2.2.1 **La trasformazione digitale come trasformazione della formazione** Francesco Varanini

Esperienze di un formatore di adulti

Quebrados

Posso dirmi formatore di adulti perché ho vissuto esperienze indimenticabili.

Verso la metà degli Anni Settanta del secolo scorso, partimmo da Esmeraldas, Ecuador, all'alba, quando la marea lo permetteva. Un giorno di viaggio fino a Limones, poi in canoa, due giorni di viaggio, risalimmo la foce del fiume Santiago, ci addentrammo nel fiume Cayapas, e di qui nel suo affluente, il fiume Onzole. La nostra meta era Santo Domingo de Onzole, villaggio di duecentocinquanta abitanti, afroamericani.¹ A quel tempo lavoravo come antropologo e restai nel villaggio diversi mesi. A un certo punto ricevetti l'incarico di svolgere un corso pilota di alfabetizzazione.

Nel villaggio, solo due persone sapevano leggere. La sera, siamo sull'Equatore, alle sei e mezzo è buio. È a quell'ora che accendevo il generatore elettrico in una delle capanne, questa era l'aula. Partecipavano soprattutto donne. I maschi preferivano ascoltare alla radio cronache di partite di calcio. Le donne erano gentilissime. Si impegnavano. Avevano difficoltà però nella manualità: per mani abituate al machete – il lungo e pesante coltello con cui si taglia il cordone ombelicale, si scava la fossa dei morti, si lavora nel campo e in cucina – la matita è uno strumento troppo leggero e sottile. Per ovviare al problema avevo preparato dei foglietti sui quali avevo scritto singole sillabe. Le teorie secondo le quali in quindici giorni si può imparare a leggere e scrivere si mostrarono vere. Il problema però stava altrove. Perché dovremmo imparare a leggere e scrivere? A cosa può servirci?

Qui la vita quotidiana si svolgeva felicemente senza che lettura e scrittura mostrassero una qualche utilità. Nel villaggio, non c'era niente da leggere, salvo una copia sdrucita del Vangelo e qualche copia di un lunario, un almanacco che aggiungeva al calendario la storia dei santi del giorno e qualche consiglio pratico. Nessuno lo leggeva. Se qualcuno arrivando in canoa portava una lettera, o se c'era da scriverne una, bastava la persona che faceva da scrivano per tutti.

Ero straniero, ero bianco, venivo dal Mondo Moderno. Per questo ero un'autorità. Ma mi era comunque difficile spiegare perché fosse così importante apprendere a leggere e a scrivere. O forse, soprattutto, non volevo forzare. Quando sarà loro necessario, quando lo desidereranno, gli abitanti del villaggio apprenderanno rapidamente a leggere e a scrivere. Ciò che manca loro è la motivazione. Chi sono io per darla loro?

Ma allora, mi chiedevo, a cosa serve la formazione? Dove sta il suo senso? La spiegazione, una spiegazione alla quale mi attengo ancora oggi, me la diedero quelle signore.

Mi chiesero di insegnare loro non a leggere e scrivere, ma ad apprendere un'arte di cui non conoscevano l'uso pratico, ma che aveva per loro un grande valore simbolico. Mi chiesero di insegnare loro i *quebrados*. Non avevano idea di cosa fossero, ma sapevano, per sentito dire, che si trattava di un argomento che si arrivava a studiare solo nella Sexta, la sesta elementare, cioè, per loro, il massimo concepibile vertice di un percorso di istruzione.

Volevano impossessarsi di una conoscenza da mostrare, a sé stesse e agli altri, con orgoglio. Volevano apprendere lontane dall'obbligo, per il puro piacere di apprendere.

Ma non capii subito. Mi sforzai anzi di mostrare loro l'inutilità di questo

Francesco Varanini

Antropologo, formatore e consulente, si occupa in particolare di processi di cambiamento. Docente presso il corso di laurea Interfacoltà in Informatica Umanistica dell'Università di Pisa e presso l'Università di Udine. Ha fondato e dirige la rivista mensile rivolta ai professionisti dell'erisorse umane *Persone & Conoscenze*.

1 — Questo mondo è descritto in: Francesco Varanini, *Viaggio letterario in America Latina*, Marsilio, Venezia, 2010; poi: Ipoc, Milano, 2010. Capitolo: Catinga. Adalberto Ortiz e il romanzo negro.

apprendimento. Il fatto era che non avevo in realtà niente da insegnare loro, perché a guardar bene i *quebrados* li conoscevano già. Dicevo loro: se una di voi, nel ruolo di mamma o di nonna, divide a memoria quarantasette sucs (la moneta locale) e trenta centesimi in otto parti uguali, da destinare a ogni figlio e conosce anche il resto che non può essere diviso, significa che possiede l'Arte della Divisione a Più Cifre e delle Frazioni. Ecco svelato l'arcano: i *quebrados* sono le *frazioni*.

Ma mi accorgevo che la mia esplicitazione, troppo laica, era colta come un cattivo servizio: provocava soprattutto delusione. I *quebrados* non potevano essere una cosa così banale.

E così rinunciai a insegnare a leggere e scrivere e insegnai loro i *quebrados*. Imparai a rispettare e a coltivare il piacere di apprendere. Mi convinsi che questa è la molla che il formatore deve saper far scattare. Innanzitutto in questo sta il suo ruolo.

L'intima soddisfazione provocata dall'aver appreso qualcosa che si desiderava apprendere resta nella memoria della persona. Connota positivamente l'idea stessa dell'apprendimento. Pensai infatti allora che le donne di Santo Domingo rammentando quel felice momento, quella singola entusiasmante esperienza dell'aver appreso qualcosa che credevano fuori dalla propria portata, avrebbero potuto in seguito, rafforzate nell'autostima e quando la necessità si fosse manifestata, apprendere anche a leggere e a scrivere. Apprendere, più in generale, qualsiasi cosa.

Quale è la capitale della Germania?

Un giorno in quello stesso villaggio mi chiesero: 'Quale è la capitale della Germania?' Una domanda del genere sembra a prima vista semplice; la risposta sembra scontata. Ma eravamo attorno alla metà degli Anni Settanta. Esistevano due Germanie. La Repubblica Federale aveva per capitale Bonn, la Repubblica Democratica Berlino Est. Mi chiedevo se avrei dovuto rispondere così. Ma conoscevo l'immagine della Germania che era sedimentata nella cultura degli abitanti del villaggio. Qualcuno parlava della presenza, ancora in qualche modo attuale, di "un uomo cattivo chiamato Heil Hitler, che voleva uccidere tutti i negri". D'altra parte si sentiva anche parlare, con precisissima cognizione di causa, di come certi attrezzi per lavorare il legno prodotti in Germania, e usati nel villaggio, fossero molto migliori degli analoghi attrezzi prodotti in Giappone.

Mi trovavo a dover 'insegnare qualcosa' a queste persone, intervenendo su queste conoscenze consolidate. Sentivo il peso di questa responsabilità. Non trovavo nessun universale criterio di verità al quale appellarmi. Certo, l'attualità politica del mondo di quegli anni, ancora rigidamente diviso dalla Cortina di Ferro, spingeva a dire che esistono due capitali, Bonn e Berlino Est. Ma nel villaggio non si sapeva nulla del mondo diviso in blocchi. L'unica Grande Potenza conosciuta, riverita e temuta, era l'America del Nord. Una piccola domanda esige una risposta complessa. Eppure la domanda era sincera, semplice. Meritava una risposta altrettanto semplice.

Ma d'altra parte mi chiedevo: non faccio forse danno a dire che le capitali sono due? Quando questa nozione si sarà consolidata nella cultura, magari la situazione sarà cambiata. Mi dicevo anche: non è forse vero da un punto di vista culturale e simbolico che la capitale è, per tutti i tedeschi e per i cittadini del mondo, Berlino?

Così, con molti dubbi, mi risolsi a dire: 'La capitale della Germania è Berlino'. Mi restò un peso: avevo abusato dell'autorità che mi era riconosciuta? Il mio senso di rispetto per quelle persone che mi ospitavano nel loro mondo, la mia etica del ruolo, mi avevano imposto di affermare come verità un enunciato che, osservato al di fuori di quel contesto, era da considerarsi a tutti gli effetti una menzogna.

Sarebbe del tutto fuori luogo consolarsi affermando che la storia mi ha dato ragione. Ho risposto in quel modo in quel dato momento, in quel dato contesto, di fronte a quelle precise persone. Il nostro agire come

formatori si manifesta all'interno di una relazione e di un ambiente. Non possiamo eludere la nostra responsabilità. L'apprendimento non è un processo nostro; è un processo delle persone, dei gruppi ai quali stiamo offrendo un servizio. Non sta a noi decidere come dovranno sedimentarsi nelle altrui menti le conoscenze che discendono dalle parole che stiamo pronunciando.

Il formatore è chiamato a rispettare l'altro a cui si rivolge; e anche a rispettare i materiali, le conoscenze con cui lavora. In ogni caso un saggio senso del limite impone al formatore di ricordare che non potrà mai sapere cosa gli altri faranno del materiale che ha fornito loro.

La cultura ferita

All'inizio degli Anni Duemila ho lavorato a un progetto formativo supportato da finanziamenti pubblici, presso una piccola impresa con un'ottantina di dipendenti. Nata come falegnameria, tratta ora materiali compositi con tecnologie d'avanguardia.

L'impresa è situata in un luogo isolato dell'Italia Centrale, al di fuori di qualsiasi distretto industriale. Tremila abitanti, le altre imprese locali sono un biscottificio e un caseificio. Per il resto, contadini e boscaioli.

I dipendenti dell'impresa vivono la propria professionalità come un'eroica conquista solitaria. Nessun altro in paese, tra gli amici, sa cosa vuol dire il disegno tecnico, sa cosa vuol dire fare i pezzi con una macchina a controllo numerico. Ne nasce una strana autostima. La sera, al bar, il magazziniere racconta le proprie gesta, come se fosse l'unico al mondo a svolgere quel lavoro.

Dello scopo dell'intervento formativo mi parla con chiarezza l'imprenditore, anche lui da sempre abitante in quel luogo, la prima volta che l'incontro. "È nata l'esigenza di un corso di formazione. Abbiamo dovuto inserire in azienda figure nuove laureate, mal digerite dai vecchi collaboratori. Come conseguenza l'impianto anti-incendio non funziona più e l'impianto di riscaldamento resta acceso quando non serve. Quest'anno abbiamo calcolato 657 ore perse a causa di sbagli contro le 464 dell'anno scorso, sbagli di produzione. Va aumentato il livello di responsabilità individuale. Abbiamo svolto corsi di formazione, corsi CAD/CAM, abbiamo acquistato la versione nuova, ma non è stata montata. Ultimissime tecnologie, ma uomini con mentalità conservatrice, poco innovativi, poco curiosi".

Sia l'imprenditore, sia il responsabile della contabilità e del personale, mi raccontano di un recente avvenimento, che è prova di come le cose stiano cambiando. Per la prima volta è stato licenziato un lavoratore. Un operaio. Per giusta causa. Non si poteva fare a meno di licenziarlo, mi dicono entrambi, in separata sede. È stato beccato a dormire durante il turno di notte. È stato fotografato. La prova è inconfutabile.

Di recente è stato creato il ruolo di direttore della produzione, assegnato a un giovane ingegnere, con idee nuove, che non è ben visto dal capofabbrica e dai capiturno. Ha introdotto un software per il Manufacturing Resources Planning. Sono stati ridisegnati i confini tra disegno tecnico e produzione. Sono stati resi permanenti i turni di notte, prima legati all'andamento delle commesse.

Ci sono evidenti disfunzioni. Ci sono processi certo da snellire. Ci sono resistenze al cambiamento. Ci sono problemi come in ogni azienda.

Come sempre quando si è invitati a guardare avanti, ad addentrarsi su un terreno ignoto, si cerca conforto nelle radici. In queste situazioni è facile rinvangare i bei tempi andati, tempi felici, quando l'azienda cresceva, crescevano le retribuzioni, si imparavano cose nuove, si stava bene insieme.

Ma c'è qualcos'altro. Una ferita, un dolore recente. Qualcosa che ha turbato tutti. Qualcosa che provoca disagio. Un disagio che emerge, non detto, a ogni incontro, quale che sia il tema dell'incontro, sia che si stia parlando di cultura del servizio con un gruppo di impiegati, sia che si stia ragionando sul processo di trasferimento dei disegni sulle macchine di produzione.

Qualcosa che nessuno vuol dire e che però, mi rendo conto, vanifica qualsiasi bel discorso sulla necessità del cambiamento e sulla responsabilità personale.

Poi, finalmente, un'impiegata, una signora di mezza età, durante una normale giornata d'aula, allontanandosi inopinatamente dall'argomento di cui stavamo parlando, si decide a raccontare. Le colleghe la guardano con ammirazione, si sentono sollevate dalla sua iniziativa. Pezzo dopo pezzo, a fatica, viene alla luce la storia.

Durante il turno di notte spesso c'è poco lavoro da fare. Gli operai sono convinti che il turno di notte sia una sciocchezza. Ma l'ingegnere, che di notte non si fa mai vedere, non cambia idea. Accade normalmente che gli operai, di notte, terminata la produzione dei pezzi programmati, giochino a pallone in cortile. Deve inoltre sapere, mi dice la signora, che noi dipendenti, gli operai in particolare, siamo divisi in due gruppi, quasi due fazioni, in forte conflitto tra loro. Di una fazione fa parte il nipote dell'imprenditore, a detta di tutti – anche a detta dello stesso imprenditore – un fannullone. Dell'altro gruppo fanno parte gli operai più capaci. Ciò che è veramente accaduto quella notte è questo: un operaio appartenente al secondo gruppo – forse il più abile di tutti, forse anche il più orgoglioso del proprio mestiere – avendo terminato di produrre i propri pezzi in anticipo sugli altri, sistemati gli attrezzi, si mette ostentatamente a dormire – o chissà a fingere di dormire – accanto alla propria macchina. È allora che è stato fotografato da un qualche membro dell'altro gruppo. E poi è stato licenziato.

La situazione è dolorosa per tutti. L'ingegnere finge di non saper niente, e resta fermo sulle sue posizioni. L'imprenditore e il responsabile del personale, ognuno per proprio conto, di fronte alla fotografia dell'operaio dormiente hanno ritenuto inevitabile il licenziamento. Credo sapessero come era andata davvero. Però, forse anche vergognandosi di quello che era successo, avevano scelto di non dirmi nulla. Ma, come vengo presto a sapere, tutti i dipendenti conoscono la storia. E siccome tutti vivono nello stesso paese, la storia deve essere ben nota anche fuori dall'azienda. In fabbrica, e in paese, i più ritengono ingiusto e del tutto immotivato il licenziamento.

Intanto, i due gruppi di dipendenti contrapposti, gruppi del tutto informali, ma capaci di determinare il clima organizzativo, hanno irrigidito le proprie posizioni. La produttività ne risente. Qualsiasi progetto di cambiamento, qualsiasi intervento organizzativo e formativo, di fronte a questa ferita, non potrà che essere una patina superficiale, irrilevante.

Nell'apparente continuità dei discorsi che si svolgono in aula, il formatore sa cogliere gli inciampi. Si accorge che dietro ogni parola aleggia qualcosa di non detto. Si accorge che c'è una ferita nella cultura aziendale. Solo tenendo conto di questo clima, solo affrontato l'argomento, suturata la ferita, si potranno affrontare efficacemente argomenti specifici, tecnici. Il formatore sa tutto questo. Ma a volte capita che, giustificandosi magari con la dovuta fedeltà al programma, si finisca per trascurare questi segni.

La monetina

Mi sono trovato a fare formazione in una Business School con sessanta giovani laureati di talento provenienti da diversissimi paesi: tra gli altri nigeriani, australiani, angolani, russi, kazachi, italiani.

Tutti venivano da lontano. L'Italia era, per la maggior parte di loro, un luogo esotico. Molti avevano appena appreso l'italiano e forse, per quanto ne sapevo, lo capivano a malapena. Siamo agli inizi di un Master, un percorso a tempo pieno che si svilupperà nell'arco di diversi mesi. Il mio compito era di lavorare al team building, stimolando narrazioni autobiografiche. Avrei potuto preoccuparmi della difficoltà dei presenti a seguire le mie parole, e soprattutto le loro reciproche parole. Avrei potuto cercare di semplificare i discorsi, spezzettare il pane nell'intento di non costringere a buttar giù un boccone troppo grosso. Avrei potuto preparare una scaletta

per rendere più agevole l'autopresentazione di ciascuno. Anche questo è un modo di prendersi cura di chi ci sta di fronte. È così che si fa di solito. Eravamo in una di quelle tipiche aule da Business School, a gradoni, modesto tentativo di anfiteatro. I presenti finivano di prendere posto, non si era ancora creato il silenzio, quando mi cade l'occhio su una monetina dorata, lì per terra. La raccolgo senza nemmeno guardarla, e mi trovo a chiedermi, e a chiedere a voce alta, come si dice 'moneta' nelle diverse lingue parlate dai presenti, e a interrogarmi attorno alla possibile storia di questa monetina: da dove verrà, da quale luogo, attraverso quale percorso. Mentre mi chiedo, e chiedo loro, cosa c'è scritto sopra, e in quale lingua, la monetina passa di mano in mano.

Nasce così un discorso collettivo, caldo. Come la monetina passa di mano in mano, passano di bocca in bocca le parole. Tutti cercano di leggere cosa c'è scritto sulla monetina. Nessuno riconosce la monetina come propria, come originaria del proprio paese. Mi viene da pensare che questo accada perché tutti sono entrati nel gioco. Nessuno vuole riconoscere la monetina come propria, perché è bello considerarla simbolica, misteriosa proprietà condivisa. La monetina, insomma, finisce così per essere l'oggetto che fonda il nascere della relazione.

Tutti, prendendo spunto dalla monetina, come per tacito accordo, si spostano, con grande abilità narrativa, a parlare di sé, del proprio luogo di origine, della propria storia personale.

Qualcuno non capisce le parole degli altri, ma gli altri lo aiutano a capire. Si intersecano frasi in lingue diverse, si traducono in lingue diverse singole parole, con una comune tensione a esprimersi in italiano. Ricordo un ragazzo kazako che si aiutava con il traduttore che aveva sul suo smartphone.

Mi confessano che qualcuno ha forzato le regole. L'accordo era che potevano partecipare al corso solo coloro che, avendo frequentato il corso di italiano, potessero capire ed esprimersi. Qualcuno dei presenti ha insistito per partecipare anche se l'italiano non lo conosce proprio. Ma il passaggio di mano in mano della monetina, il clima che si è creato, il supporto degli altri, permettono comunque di sentirsi presenti.

Il mio ruolo di formatore, quel giorno, è consistito in un istante di attenzione e in un gesto fortunato. Vedere quella monetina per terra, interrogarmi in pubblico, chiedere, farla girare.

In aula, seduti nell'ultima fila, nei banchi in alto, c'erano il direttore del Master, e altri formatori della Business School. Ciò che mi dà più da pensare, ricordando quella giornata, è che il direttore del Master restò convinto che avessi lasciato ad arte cadere per terra la monetina. Tutto era andato bene, ma per i miei committenti risultò difficile accettare che il buon risultato potesse essere frutto della contingenza, dell'accettazione di un piccolo evento. La convinzione, radicata in noi formatori, che il buon risultato debba per forza discendere dall'esecuzione di un preciso programma è dura a morire.²

Uno strano incidente è avvenuto a New York

L'11 settembre 2001 ero in aula con un gruppo di persone. Era la seconda e conclusiva giornata di un corso. I partecipanti erano ormai affiatati. Nel primo pomeriggio – avevamo da non molto ripreso dopo l'intervallo – in aula c'era distrazione, brusio. Avrei potuto continuare la formazione seguendo il filo del mio discorso, ma mi interruppi e chiesi.

In quegli anni si potevano già scaricare le e-mail sul cellulare. Ma si trattava di una pratica ancora poco diffusa. Più diffuso era invece ormai l'uso di sms. Erano disponibili alcuni servizi con le notizie di attualità che venivano fornite via sms. Uno dei partecipanti che utilizzava uno di questi servizi aveva il telefono acceso. Fu così che arrivò, in forma sintetica e imprecisa, la notizia. All'inizio sembrava uno strano incidente. Un aereo si era schiantato su un grattacielo, a New York.

Passammo il resto del pomeriggio – soggiogati ormai dalla fonte che scaricava sms a ripetizione – a ragionare sulla notizia. Cercammo di capire

2 – Una diversa presentazione di questa storia si trova in: Francesco Varanini, "Colui che cuce il canto. Il formatore come narratore", *FOR. Rivista per la formazione*, 74/2008; poi in Gianluca Bocchi e Francesco Varanini, *Le vie della formazione. Creatività, innovazione, complessità*, Guerini e Associati, 2013.

cosa fosse successo, cercammo di interpretare, di approfondire, di prevedere le conseguenze. La partecipazione di tutti fu appassionata. I muri dell'aula erano spariti. Il tema del corso era passato in secondo piano.

Non ho più vissuto con quella nettezza l'esperienza di sfondamento, di scomparsa dei confini. Con il ricordo torno a percepire la sensazione che vissi – e che credo vissero con me i partecipanti – quel pomeriggio: sentirsi trasportati in un ambiente formativo sterminato, connesso a una Rete planetaria di persone-in-apprendimento, docenti e discenti allo stesso tempo. Quei momenti sono rimasti per me un punto di svolta. Da allora non ho mai più chiesto a nessuno di spegnere smartphone e tablet, non ho mai più chiesto di disconnettere i computer dalla Rete.

Certo lo smartphone o il tablet accesi inducono in tentazione: offrono la possibilità di estraniarsi e di fare dell'altro. Ma ogni formatore sa che anche a smartphone spenti si corre, istante dopo istante, il rischio della distrazione, del disinteresse, dell'andare altrove con la mente. Sta a noi tenere desta l'attenzione.

Del resto, non credo si tratti di ripristinare una ideale situazione d'aula. Semplicemente, ieri gli smartphone non esistevano. Smartphone e tablet e computer sono i sostituti della penna e del foglio. Sostituti enormemente più potenti.

Non dico mai di spegnere lo smartphone o di allontanare lo sguardo dalla tavoletta, non tocco la questione nemmeno di fronte a ostentati abusi. C'è sempre il modo per riportare l'attenzione sull'argomento che si sta trattando: chiedere di cercare sul Web qualcosa di attinente. Cercare su un dizionario il senso preciso di una parola, la storia di vita e l'immagine fotografica di una persona, la scheda che riassume il senso di un libro.

Così si torna a un compito basilare del formatore: accettare divagazioni, deviazioni, e saper tornare da lì sui punti chiave, sui nodi degli argomenti attorno ai quali si sta lavorando. Accettare che, se pur è vero che la separatezza dell'aula dal mondo è una risorsa da utilizzare, che essere lontani dai rumori del mondo può giovare, è vero anche il contrario: l'aula non è una difesa dal mondo, non merita di essere usata come strumento per evitare gli eventi, e le connesse emozioni.

Formare al mestiere: il lavoro più difficile

È giusto chiedersi quale valore possano avere esperienze maturate nella formazione orientata a incidere sulla motivazione e quindi sui comportamenti, se applicate al campo della formazione professionale – o per dirla in modo ancora più preciso: al campo dell'addestramento ad una specifica mansione.

A prima vista, la formazione professionale si iscrive in un terreno definito. Dentro i confini di un mestiere. Nel caso della formazione professionale, lo stretto scopo non può essere disatteso: si tratta di mettere le persone nelle condizioni di saper svolgere un certo tipo di lavoro. Nemmeno si può eludere il problema del tempo: seppur non si possa ignorare che ogni persona ha i suoi tempi di apprendimento, resta l'urgenza dettata dal mercato e dalle esigenze organizzative: serve che la persona sia in grado di svolgere un dato lavoro, serve alla persona essere in grado di svolgere quel lavoro, entro una data che conviene a tutti rispettare.

Eppure, resta il fatto che anche l'apprendimento di un mestiere dipende dalla messa in campo del piacere di apprendere, e cioè dal tornare alla luce, nella mente della persona, della memoria di un apprendimento felice. Né può essere dimenticato che, nell'apprendimento di un mestiere, esistono sempre alternative alla formazione d'aula – lettura di manuali, apprendimento on the job, e oggi anche, certamente, uso di risorse digitali. Se il lavoro d'aula è utile, è perché il formatore sa andare oltre l'essere un tecnico che trasferisce contenuti tecnici. Dunque potremmo dire che il lavoro del formatore impegnato nella formazione professionale è il più difficile, perché il formatore abbisogna di una duplice competenza. Dovrà essere un profondo conoscitore del mondo del lavoro, dovrà possibilmente

conoscere per esperienza diretta il lavoro di cui parla in aula, dovrà insomma disporre di conoscenze tecniche specialistiche. Ma dovrà anche allo stesso tempo essere un formatore capace di lavorare sulle motivazioni e sui comportamenti; dovrà essere in grado di leggere gli sguardi, cogliere e interpretare il non detto, allargare e restringere il discorso.

L'equivoco fascino del mestiere

È anche importante interrogarsi a proposito del senso della 'formazione al mestiere'.

Spesso, nelle analisi dei bisogni formativi, viene richiesta con insistenza una formazione strettamente legata al mestiere. Viene richiesta dai committenti – caso esemplare: i manager chiamati a dire quale formazione serva ai loro dipendenti. E viene analogamente richiesta dagli stessi destinatari: vogliamo una formazione tecnica, abbiamo bisogno di approfondire le conoscenze legate al mestiere. Legate alla precisa attività che ci compete, alla precisa attività che siamo chiamati a svolgere.

Sono aspettative non prive di ragione; aspettative che non vanno disattese. Soprattutto perché il lavoro ben svolto può nascere solo dalla tranquillità del lavoratore, dalla consapevolezza di essere in grado di far fronte alle attese, e agli imprevisti che possono manifestarsi.

Ma proprio qui sta un punto che merita attenta riflessione. Certamente la consapevolezza della persona – la capacità di essere presente nel mondo che ha intorno, qui e ora – è originariamente legata al dominio del proprio mestiere. Esempiarli le situazioni narrate da Primo Levi nella *Chiave a stella*.³

Tino Faussonne, operaio metalmeccanico, costruisce la propria identità, la sicurezza in sé stesso, a partire dalle proprie conoscenze tecniche. Ma sa poi anche trasformare la sicurezza di sé stesso nell'esercizio del mero, specifico lavoro, in una generale autostima, in una consapevolezza di sé senza confini. Così sceglie di abbandonare il lavoro alla catena di montaggio e di reinventarsi come gruista – un lavoro che permette di viaggiare e di conoscere il mondo.

Bisogna dunque badare alla capacità di trasformare ogni competenza tecnica in una nuova competenza tecnica, e alla capacità di allargare l'autostima della persona da un'autostima legata a un singolo lavoro a una autostima che abbraccia l'intera vita.

Tino Faussonne è un'eccezione. Il mantenersi nell'ambito di un mestiere che si è appreso da giovani, che si conosce bene, offre calore e sicurezza. Resta anche in molti diffusa la convinzione che sia impossibile andare oltre i limiti di un mestiere che si è appreso una volta per tutte.

Ci parla di questo Dante nel *De vulgari eloquentia*.⁴ Il progetto della Torre di Babele non fallì per incomprensioni legate alle diverse, incomprensibili l'una all'altra, lingue naturali dei lavoratori impegnati nel progetto. Il progetto, invece, fallì perché le diverse famiglie professionali impegnate nel complesso lavoro non seppero parlarsi tra di loro. Dante aveva sotto gli occhi i limiti delle corporazioni medievali – ma questi limiti, a ben guardare, sono presenti anche nel tempo che noi oggi viviamo. Dante sottolinea il paradosso: la conoscenza tecnica settoriale, la specializzazione, rinsalda i vincoli della comunità professionale. Vi era chi dava ordini, chi progettava, chi fabbricava muri, chi li squadrava con le livelle, chi li intonacava con le cazzuole, chi spaccava le pietre, chi le trasportava per terra e per mare. Ogni comunità professionale sviluppa al suo interno un linguaggio che appare sempre più necessariamente preciso. Ma più è preciso il linguaggio settoriale, più è incomprensibile a chi non vive sotto la cupola di quel mestiere. Più si è competenti più si rischia di essere chiusi al mondo. La competenza di mestiere è fonte di sicurezza, ma è anche una difesa che può trasformarsi in gabbia dalla quale sarà sempre più difficile uscire.

Hannah Arendt, nella *Vita activa*, riflette acutamente sui limiti entro cui si muove l'*homo faber*.⁵ La sua opera nasce dalla profonda conoscenza

3 — Primo Levi, *La chiave a stella*, Einaudi, Torino, 1978.

4 — Dante Alighieri, *De vulgari eloquentia*, I, VII. "Pars imperabant, pars architectabantur, pars muros moliebantur, pars amussibus regulabant, pars trullis linebant, pars scindere rupes, pars mari, pars terra vehere intendebant, partesque diverse diversis aliis operibus indulgebant. Solis etenim in uno convenientibus actu eadem loquela remansit: puta cunctis architectoribus una, cunctis saxa volventibus una, cunctis ea parantibus una; et sic de singulis operantibus accidit. Quot quot autem exercitii varietates tendebant ad opus, tot tot ydiomatibus tunc genus humanum disiungitur; et quanto excellentius exercebant, tanto rudius nunc barbariusque locuntur".

5 — Hannah Arendt, *The Human Condition*, University of Chicago Press, 1958. *Vita activa oder Vom tätigen Leben*, Kohlhammer, Stuttgart, 1960. *Vita activa*, traduzione di Sergio Finzi, Bompiani, Milano, 1964 (poi dall'ed. 1988: *Vita activa: la condizione umana*).

del mestiere. Il vasaio ha in mente il vaso. Potrà produrre bellissimi vasi, incrementando con il tempo qualità e diminuendo gli sprechi. Ma non saprà staccarsi dall'idea del vaso. Il lavoratore resta così prigioniero del *fare*: realizzare l'opera. Vietandosi la possibilità di sperimentare la libertà dell'*agire*: seguire nuove idee, esplorare terreni oltreconfine, intraprendere.⁶

Accade così che proposte formative che prescindono dai confini del mestiere, o vanno oltre il mestiere, incontrino resistenze da parte di coloro cui sono rivolte. Un comprensibile atteggiamento difensivo porta a evitare di avventurarsi su terreni sconosciuti. Nei tempi di grande cambiamento che stiamo vivendo, proprio su questo atteggiamento difensivo la formazione è chiamata a incidere. La professionalità di origine, fonte di identità, radice dell'immagine di sé, non andrà trascurata: la felice situazione vissuta nel lavoro perfettamente dominato resta la fonte di energia personale alla quale ogni percorso di formazione professionale deve attingere. Ma si tratta ora di accompagnare la trasformazione di quella rassicurante competenza in altre, del tutto differenti. Di fronte alla trasformazione digitale siamo tutti Tino Faussone. O anzi: siamo posti in una condizione più grave di quella vissuta da Faussone: lui transita dall'essere operaio metalmeccanico a una nuova, più ricca dimensione di gruista itinerante. Questo porto felice non ci è concesso. O quanto meno non sappiamo dove si trovi. Solo avendo accettato il viaggio potremo scoprire la meta.

Geworfenheit

L'intera lezione di *Essere e tempo* di Heidegger si riassume nell'iniziale accettazione di una scena primaria: l'uomo è gettato nel mondo. Siamo chiamati a esserci. A essere presenti nel mondo qui e ora. Ma il mondo non è quello che vorremmo. Non è il mondo nel quale ci piacerebbe essere. Non è il rassicurante mondo familiare e professionale che ben conosciamo. È un mondo che non ci siamo scelti e che ci è sconosciuto. Siamo visitatori di una terra straniera e inospitale. La parola usata da Heidegger è *Geworfenheit*.⁷ La traduzione in altra lingua più chiara ed efficace è *thrownness*. I traduttori francesi la rendono con *déréliction*. In italiano possiamo dire: *gettatezza*.

Certo, ci è concesso di rintanarci in casa, in luoghi protetti, in zone di conforto. Possiamo limitarci a cercare conferme di ciò che già sappiamo, possiamo continuare a muoverci in modo ripetitivo, nell'ambito del consueto.

Ma l'essere persone adulte consiste nel non limitarsi all'operare in zone di conforto, sicure. Consiste nell'accettare la condizione di chi è *gettato*, spaesato in un terreno inospitale, ignoto. Magari un'isola sconosciuta, come quella che Derrida utilizza per illustrare la *gettatezza* proponendo l'immagine di Robinson Crusoe: costretto a vivere privato di sicurezza, con strumenti che, nell'isola sconosciuta, appaiono subito inadeguati.⁸ Ma forse, più che come isola, possiamo intendere il senso del terreno sul quale siamo gettati come una incognita terra oltrefrontiera, o come, con Leopardi, "interminati spazi" oltre la siepe. O ancora, venendo al nostro presente, possiamo osservarci gettati in uno sconosciuto mondo digitale. Heidegger ci invita a osservare gli atteggiamenti umani che conseguono all'accettazione dell'essere gettati.

Saremo innanzitutto pervasi dall'ansia. Di fronte al nuovo, all'ignoto, cercare false certezze cui afferrarsi è fallace. L'ansia non è cieca paura. Nella paura, l'energia è dannosamente ritorta contro se stessi. L'ansia può essere intesa come energia libera, destinabile a uno scopo.

E ancora, accettare la condizione del *gettato* significa sentirsi di fronte a una esigenza morale: dover rispondere a un impegno. Sentirsi in debito di azioni e comportamenti adeguati. Sentirsi responsabili.

E poi, nella condizione del *gettato*, dovremo progettare. Ma questo progettare consiste innanzitutto, ed essenzialmente, nell'auto-progettarsi. Lo sforzo progettuale - l'andare oltre i termini dell'attualità e della

6 — Francesco Varanini, "Agire in vista di. Il progetto come continuo presentarsi", *Educazione sentimentale*. Rivista di psicosocioanalisi, 29, 2018.

7 — Martin Heidegger, *Sein und Zeit*, Max Niemeyer, Halle an der Saale, 1927. Ed it. *Essere e tempo*, trad. di Pietro Chiodi, Fratelli Bocca, Milano, 1953; *Essere e tempo*, a cura di Alfredo Marini (con testo originale a fronte), Mondadori, Milano, 2006.

8 — Jaques Derrida, *Séminaire. La bête et le souverain*. Vol. II (2002-2003), Editions Galilée, Paris, 2010; trad. it. *La bestia e il sovrano*. Vol. II (2002-2003), Jaca Book, Milano, 2010.

contingenza – non riguarda solo il mondo e le cose: ciò che ci è dato di progettare, siamo innanzitutto noi stessi. Il progetto si concreta nel ‘fare esperienza’. Verbo latino *experiri*, da cui *esperire*, *sperimentare*, *esperienza*: *ex*, rafforzativo in cui possiamo cogliere il senso di ‘in fuori’, *perior*, ‘io provo’. Ritroviamo in questo auto-progettarsi la prima sostanza della formazione.

La condizione del gettato, del gettato che pro-getta sé stesso, si manifesta infine con l’andare oltre ogni chiusura. Il dire in positivo: ‘apertura’ appare meno proprio. Il concetto centrale è aprire serrature. L’orientamento alla schiusura si traduce in capacità di ‘decidere cosa fare’, ‘decidere per una delle diverse azioni possibili’. Assumersi l’onere di un volontario e consapevole agire.⁹

Atteggiamenti che abbiamo motivo di attenderci da ogni manager e da ogni lavoratore autenticamente consapevole.¹⁰ Atteggiamenti che abbiamo motivo di attenderci innanzitutto da parte dei formatori. Perché il ruolo del formatore può essere riassunto proprio in questo: accompagnare gli altri nei primi passi mossi nella terra sconosciuta nella quale ognuno è gettato. Coerentemente alla lezione di Heidegger, può veramente accompagnare l’altro solo chi ha sentito su di sé il peso della *Geworfenheit*. Solo chi ha provato ‘cosa vuol dire’ sentirsi spaesato, privato delle proprie sicurezze professionali, sbalzato fuori dalla propria zona di conforto, potrà fare da guida.

Il formatore esplora per primo il terreno sconosciuto per accompagnarvi gli altri. Ma non come ‘professionista dell’accompagnamento’. L’essere guida non è un mestiere; è il frutto di una passione.

Ciò che nutre il formatore è l’*esperienza* del personale apprendimento.

Potrà essere formatore chi si assume l’onere di *experiri*. Il formatore risponde innanzitutto al dovere morale di formare se stesso. È in virtù di questa esperienza che può poi permettersi di accompagnare un’altra persona in un percorso – che sarà un suo percorso personale, come lo è stato il percorso praticato dal formatore.

Percorso, potremmo dire, in sconosciuti terreni oltre i familiari confini del mestiere. Il peritus non è colui che vive protetto nella sicurezza del mestiere, è invece chi, andando oltre i limiti del mestiere, ‘ha provato’ qualcosa di differente, sempre qualcosa di nuovo. Il *periculum* è ‘tentativo’, ‘prova’, ‘esperimento’. Il *periculum* comporta rischio, ma non per questo è terreno da evitare. Accettare il *periculum* è accettare la *gettatezza*.

Viviamo nelle condizione di dover imparare da zero sempre nuove professioni. Questa è la lezione implicita nei concetti di *gettatezza* e di *esperienza*. Queste antiche lezioni ci collocano su un terreno che sta oltre il percorso di Tino Faussone. Faussone è sempre in viaggio. Ma in ogni luogo ritrova il rassicurante lavoro di gruista.

A noi oggi, nel nostro presente storico, e avendo di fronte la scena digitale, conviene accettare la prospettiva del *pericolo*. Immaginare una vita intera di continui viaggi nell’ignoto, oltre i rassicuranti confini, in interminati spazi che possiamo conoscere solo passo dopo passo.

È alla luce di questa condizione umana che si manifesta l’esigenza di una formazione che, quale sia il tema del corso o del percorso, sappia sempre essere innanzitutto autoformazione, e sappia coltivare autostima, consapevolezza, personale capacità di trasformazione.

Qui, dunque, vediamo connettersi fino a sovrapporsi la formazione motivazionale e la formazione professionale. La formazione muove sempre dal piacere di apprendere. La formazione è interrogarsi attorno a domande prive di risposta certa; è saper cogliere l’apparire di inciampi in ogni discorso apparentemente lineare, cogliere il non detto in ogni narrazione; è saper inventare sul momento, in risposta alle contingenze, anzi traendo dalle contingenze stesse lo spunto.

Questo atteggiamento è reso necessario dall’estraneità e dalla novità della scena digitale. Ma allo stesso tempo, sulla scena digitale, ci troviamo in mano strumenti nuovi, che espandono l’umana capacità di pensare e di agire.

9 — Francesco Varanini, “Agire in vista di. Il progetto come continuo presentarsi”, cit, 2018.

10 — Francesco Varanini, “Apprendere a essere manager Con la guida di Heidegger”, *Sviluppo & Organizzazione*, 283, agosto-settembre 2018.

Mondo digitale

Più che trasformazione, o rottura, *disruption*, sembra appropriato dire: passaggio al digitale.

Esplorare una nuova frontiera, un mondo che appena impariamo a conoscere. Ci conviene accettare la gettatezza: ci conviene pensare che stiamo appena iniziando a capire, e che la comprensione dipende non dalle parole di un qualche esperto, ma dalla personale, quotidiana esperienza.

Un primo utile avvicinamento sta nel ricordare come in francese, seppur non si sia potuto fare a meno di accettare nell'uso *transformation digitale*, si dica comunemente *transformation numérique*.

I computer, si sa, sono macchine digitali: trattano informazioni espresse in forma numerica.

Si leggeva nell'Editoriale che apriva il primo numero di *Wired*, rivista-simbolo della incipiente trasformazione, nel lontano 1993: "the Digital Revolution is whipping through our lives like a Bengali typhoon".¹¹

Sono passati più di venti anni, le nostre vite sono davvero cambiate in modo significativo. Siamo ancora qui a chiederci in cosa consista veramente questa rivoluzione. Ma abbiamo consapevolezza di cosa la rivoluzione digitale comporti.

Sembra di poter dire che la cultura digitale si fonda su alcuni assunti. Seguendo una linea che discende da Cartesio e Leibnitz, si assume che esista uno specifico modo di pensare, fondato sulla matematica e sul calcolo formale. Per la via del pensiero calcolante, si sostiene, può essere perseguita la ricerca di un'esattezza inattingibile attraverso altre modalità espressive consone all'essere umano: la narrazione, la retorica.¹²

Un secondo assunto sembra essere questo: il mondo digitale non è frutto di una evoluzione. È un mondo costruito ex novo. Gli spazi aperti per gli esseri umani – spazi di libertà, di cittadinanza attiva, spazi di lavoro – sono spazi progettati. Progettati non da cittadini per altri cittadini, ma da esseri umani-progettisti che disegnano mondi per altri esseri umani, costretti nel ruolo di utenti di piattaforme immutabili. Un corollario di questo assunto ci dice che i progettisti, creatori delle piattaforme-mondo, e per oligarchie a loro connesse – bastino gli esempi di Facebook e Google – perseguono un duplice intento: controllare e sorvegliare costantemente il comportamento di ogni cittadino; appropriarsi delle conoscenze da essi prodotte.

Un terzo assunto sembra consistere nella 'preferenza per la macchina'. Una storica evoluzione che segna la storia dell'uomo è l'affermarsi della tecnica. Possiamo definire la tecnica come progressiva separazione della macchina dall'uomo. Ci è dato di conoscere macchine sempre più autonome, capaci di agire senza bisogno di intervento umano e anzi al posto dell'essere umano. Non possiamo evitare di confrontarci con questo trend. Ma sembra esserci qualcosa di più: all'essere umano piace essere sostituito da una macchina; piace essere considerato una macchina.

Piace al progettista della macchina essere sostituito dalla macchina. Piace al cittadino far fronte alle proprie paure nascondendosi nella massa, e alla fin fine affidandosi a una macchina.¹³

Al terzo assunto, consegue un quarto. Si sostiene che, nell'irreversibile contesto digitale nel quale viviamo, ogni lavoro svolto dall'essere umano è, o sarà, sostituibile dal lavoro svolto da una macchina. Macchina sempre più autonoma. Con la quale l'essere umano è destinato a interfacciarsi da pari a pari e a convivere.

Non possiamo dimenticare che il lavoro è una dimensione essenziale del vivere umano. Nel lavoro sta la realizzazione di sé, la ricerca del piacere, della felicità. Non importa, in questa ottica, se si tratta di lavoro remunerato o gratuito. La presenza della macchina sulla scena del lavoro ci impone di tornare a interrogarci sul lavoro. Per salvaguardare il lavoro umano, conviene forse distinguere una accezione neutra o terza del lavoro – il work, che può essere svolto indifferentemente da un uomo o da una macchina – dal lavoro inteso come aspetto essenziale di una sana vita umana.¹⁴

11 — Louis Rossetto, Editoriale, *Wired*, 1, March April, 1993.

12 — Francesco Varanini, *Macchine per pensare. L'informatica come prosecuzione della filosofia con altri mezzi*, Guerini e Associati, Milano, 2016.

13 — Francesco Varanini, *Macchine per pensare*, cit., 2016: Parte Seconda: Masse, Paura, Macchine. Francesco Varanini, "Human being in the digital world: lessons from the past for future CIOs", in Giorgio Bongiorno, Daniele Rizzo, Giovanni Vaia (Eds.), *CIOs and the Digital Transformation. A New Leadership Role*, Springer, 2017.

14 — AA. VV., "Presente e futuro del lavoro umano", a cura di Francesco Varanini, *Via Borgogna 3*, rivista della Casa della Cultura di Milano, 8. <http://www.casadellacultura.it/viaborgogna3/viaborgogna3-n8-presente-futuro-lavoro-umano.pdf>

L'accettazione di questi assunti comporta la rinuncia ad aspetti essenziali dell'essere umano. Rinuncia a buona parte dell'ampiezza del pensiero umano a favore del pensiero calcolante; riduzione da cittadino a utente; impoverimento del sé a favore della macchina. Fino alla perdita del lavoro. Le parole di tecnici e di lobby mosse da propri interessi non ci obbligano ad accettare tutto questo.

Sta qui l'importanza e l'attualità della lezione di Heidegger. Ci invita a guardare il mondo non con gli occhi della Scienza o della Tecnica, non con lo sguardo di chi progetta mondi per gli altri, ma invece con lo sguardo dell'essere umano che vive nel mondo. Ci invita quindi ad accettare di vivere consapevolmente la condizione dell'essere gettato in un mondo sconosciuto e non voluto, e il suo appello a vivere la gettatezza trasformando l'ansia in agire costruttivo, sono un buon viatico per tutti noi che ci troviamo a vivere il passaggio al digitale. Heidegger ci sostiene nel dire a noi stessi: non conta tanto la scena digitale in quanto mondo progettato; conta la capacità di ogni cittadino di vivere il passaggio nel nuovo mondo come progettazione di sé stesso. Solo progettando noi stessi come persone capaci di contribuire consapevolmente al progetto del mondo potremo svolgere sulla scena digitale un ruolo attivo, co-progettando il nuovo mondo nel quale ci troviamo a vivere.

Torniamo così alla formazione. E torniamo all'esigenza di andare oltre ogni mestiere, ogni specializzazione.

Passaggio al digitale

Abbiamo osservato i limiti del mestiere. La trasformazione digitale sembra portare alle ultime conseguenze l'angustia del mestiere. Non solo ogni mestiere sta stretto a un essere umano. Non sono ogni mestiere è destinato a scomparire. Si aggiunge il fatto che il mestiere è svilito dalla sua frammentazione in attività prive di rotondità e di completezza. Il mestiere perde così la sua originaria potenza simbolica: cessa di essere un luogo dove sentirsi a casa, la fonte di una visione del mondo.

Così, con il passaggio al digitale, si assiste a uno spostamento. Il mestiere, ogni mestiere, non è una meta ma una stazione di passaggio. Con il passaggio al digitale, il mestiere di apprendere prende il sopravvento sull'apprendere il mestiere. Si transita dall'apprendimento al meta-apprendimento.

Va qui quindi di nuovo ribadito che il formatore non può prescindere dall'aver fatto esperienza in prima persona. Avendo portato alla luce il proprio modo di apprendere, potrà accompagnare altri nel portare alla luce il loro modo. Avendo fatto esperienza di gettatezza, esperienza di spaesamento nel nuovo mondo digitale, e avendo scoperto un proprio modo di vivere in questo mondo, potrà sostenere altri nello scoprire il loro.

Infatti, gli assunti che sembrano presiedere al funzionamento del mondo digitale, non costituiscono un fato ineluttabile. Si può vivere sulla scena digitale coltivando un pensiero che non si riduce al calcolo logico-formale; si può convivere sulla scena digitale con macchine senza cedere alla 'preferenza per la macchina'; e lungi dal lasciarsi ridurre a utenti, si può ben incrementare la propria libertà di cittadini e di lavoratori attraverso strumenti digitali.

La storia è ricca di esempi di tecnici che non hanno rinunciato a essere innanzitutto cittadini; di umanisti che si sono trasformati in tecnici per progettare a partire dai propri sogni e dalle proprie intime, vitali esigenze. Esempio la storia di Ted Nelson, il visionario al quale è riconosciuto l'originario progetto di quella galassia di contenuti senza forma che oggi conosciamo come World Wide Web. Nelson, poco più che ventenne, era mosso da una profonda conoscenza della letteratura – che è una rete di testi che si rinviano l'uno all'altro, e non un'ordinata biblioteca dove sono conservati libri chiusi, finiti in sé stessi. Ma soprattutto a muovere Nelson era la profonda consapevolezza della propria condizione: dislessico, anzi afflitto da ciò che comunemente si chiama deficit di attenzione. Il testo –

la parola sta in origine per ‘tessuto’ – può essere liberato dalla gabbia, reso accessibile in modi diversi dalla consueta sequenza di segni ingabbiati in sequenza nella pagina e nel libro.¹⁵

E così oggi tutti noi disponiamo del World Wide Web, e il World Wide Web si offre a noi come cornucopia. Corno dell’abbondanza, colmo di frutti e circondato d’erbe e fiori, segno di prosperità e augurio, simbolo della fertilità. Attributo, nell’antichità classica, degli dei dispensatori dei beni della terra. Web, dunque, come vaso che contiene la possibile conoscenza, che sta a noi svelare.¹⁶

A cosa serve, in fondo, oggi, dobbiamo chiederci, un singolo corso ben costruito, erogato magari in un’aula a smartphone spenti. A cosa serve anche, possiamo chiederci, un MOOC, Massive Open Online Course: il MOOC, a ben guardare non sfonda i confini dell’aula; semplicemente amplia l’aula a dismisura. Masse sempre più numerose chiuse nel ruolo di discenti, distanti e separati dal formatore sempre in cattedra.

A cosa servono aule chiuse quando disponiamo del Web; quando intorno a noi, a nostra disposizione in ogni istante, esiste questa enorme, sterminata ricchezza: ogni testo classico accessibile gratuitamente, video, siti e blog, presentazioni Power Point su ogni argomento, materiali messi a disposizione da Università, da enti diversi. Possibilità di tradurre da ogni lingua umana in qualsiasi altra lingua. Possibilità di connettersi personalmente con persone che certo hanno qualcosa da insegnarci.

Sta noi attingere a questa fonte inesaurita: fonte che è a disposizione di ogni cittadino del pianeta. Si tratta di imparare a usarla sentendola come strumento nelle proprie mani.

Possiamo così osservare la scena digitale, e possiamo esserci sulla scena digitale, da una prospettiva opposta a quella sopra brevemente delineata. La scena digitale ci appare come il luogo dove esseri umani scaricano proprie responsabilità su macchine, e dove il controllo incombe su ognuno. Ma all’opposto – tramite lo smartphone che ognuno ha in mano – possiamo anche vederci cittadini di un mondo digitale che è anche il terreno di nuove libertà.

La buona formazione preparerà ognuno a essere un cittadino e un lavoratore digitale innanzitutto mostrando la ricchezza delle fonti di conoscenza di cui oggi ognuno dispone. Se noi formatori avremo fatto esperienza, se avremo coltivato, attraverso gli strumenti digitali, il nostro piacere di apprendere, potremo essere per altri testimoni di questo piacere.

Lean Education, o meglio: verso una formazione ‘singolare’

La scena digitale ci ripropone, ingigantito, un duplice rischio sempre presente nella formazione professionale: il rischio di formare un numero di persone eccessivo rispetto alla domanda; il rischio di formare a professioni scomparse, o destinate a una vicina scomparsa.¹⁷

Dobbiamo dunque chiederci quali cambiamenti strutturali e organizzativi servano a rendere la formazione adatta a oggi e ai tempi a venire.

C’è da riflettere ancora sull’aula come luogo chiuso. In greco *aulé*, in latino *aula* è un luogo aperto: l’atrio della casa, il cortile esterno arioso e ampio. C’è da riflettere sulla formazione collocata nel tempo, regolata da orari, articolata in ore esclusivamente dedicate: il greco *skholé* e il latino *schola* esprimono in origine l’idea di ‘interruzione’, di ‘mantenersi lontani’ dal lavoro e dalle fatiche, dai conflitti. Il miglior modo per occupare questo tempo è, già per greci e latini, dedicarlo a una conversazione colta e costruttiva, aperta a divagazioni.

C’è da riflettere sulla composizione del gruppo d’aula. Non a caso il latino *classis* sta per ‘chiamata’, ‘appello’, quindi gruppo, categoria, insieme di persone legate indissolubilmente a una necessaria identità collettiva. Persone obbligate a un unico predefinito percorso, obbligate ad andare insieme allo stesso passo. Si finiscono così per trascurare le differenze tra l’uno e l’altro, i diversi punti di partenza – le conoscenze acquisite, il personale desiderio di apprendere – e i punti di arrivo – gli interessi per-

15 — Francesco Varanini, “Ripensare la formazione”, *Sviluppo & Organizzazione*, 262, gennaio-febbraio 2015.

16 — Francesco Varanini, *Macchine per pensare*, cit., 2016. Cap. Accozzaglie di detriti.

17 — Francesco Varanini, “Il lavoro umano nella fabbrica digitale e il domani della Direzione Risorse Umane”, in Chiara Lupi (a cura di), *Il futuro della fabbrica*, Este, Milano, 2019.

sonali, gli scopi dell'apprendimento, la destinazione lavorativa –.

I percorsi formativi impongono quindi ai partecipanti obblighi. Ma la formazione degli adulti non è formazione dell'obbligo. Si può anzi sostenere che la formazione degli adulti sia danneggiata dall'obbligo. Per i motivi che ho cercato di esporre, spesso conviene accettare che a una certa persona non interessi, ora, apprendere a leggere e a scrivere, e interessi invece apprendere i *quebrados*, le frazioni. L'esperienza del felice apprendimento di un tema desiderato nutrirà i continui nuovi apprendimenti che il mondo digitale ci impone.

Sembra quindi opportuno ragionare su tutti i possibili spostamenti verso una formazione 'persona per persona', una formazione meno 'plurale' e più 'singolare'.

Andrà certo tenuto conto dell'apprendimento implicito nel lavoro di gruppo, nel mero stare insieme di tutti i partecipanti al percorso. Ma questo apprendimento può essere cercato attraverso momenti formativi specialmente dedicati alla socializzazione.

Andrà ovviamente anche tenuto in conto il valore della compresenza fisica: nessuna relazione virtuale, nessuna connessione on line potrà offrire a noi esseri umani il calore della relazione interpersonale, faccia a faccia. Ogni percorso formativo dovrà quindi prevedere, se appena possibile, incontri personali.

A favore di una formazione rivolta a gruppi d'aula, si possono anche addurre ragioni di costo. In apparenza può sembrare meno costosa una attività formativa rivolta a più persone convocate a condividere tempo e luogo. In realtà, basta definire una volta per tutte l'investimento disponibile. Si può poi decidere di spenderlo in attività rivolte a gruppi d'aula, o a singole persone. Dato il tempo complessivo che un formatore o tutor ha disponibile, e data una persona che segue un proprio progetto formativo, ci sono certamente situazioni in cui alla persona conviene, piuttosto che la partecipazione a una lezione, godere della personale attenzione che, nei limiti di un budget definito, può essere concessa.

Appare insomma fondato ritenere che se le Scuole di formazione erogano il proprio servizio rivolgendosi prevalentemente a gruppi d'aula, ciò è dovuto a motivi storici e a consolidate consuetudini. Ma si tratta di storia e di consuetudini manifestatesi in un'epoca in cui non si disponeva delle risorse digitali, e non si avevano di fronte le esigenze poste dalla scena digitale.

Nel contesto pre-digitale la costituzione di gruppi d'aula appare come modalità priva di vere, complessive alternative. Ora esistono strumenti e risorse fino a non molti anni fa impensabili: possibilità di connessione uno a uno e uno a molti; fonti sconfinata accessibili tramite computer personali, e tablet e smartphone. E in realtà come ho cercato di raccontare, ricordando quel momento del primo pomeriggio dell'11 settembre 2001, l'aula chiusa è scomparsa con la chiusura del secolo scorso. L'aula è in realtà sempre aperta, e conviene fare esperienza, anche in aula, di questa apertura.

La scena digitale pone a nostra disposizione anche sistemi gestionali. Sistemi che permettono di superare limiti prima inevitabili. Senza nulla togliere al particolarissimo ruolo sociale svolto dalla formazione, l'organizzazione di una Scuola può essere osservata – come un insieme di uffici, una fabbrica, un magazzino – con uno sguardo organizzativo.

Così osservata, l'attività produttiva della Scuola appare subordinata a un problema di lotti minimi. La persona è iscritta alla Scuola come entità singola; ma l'attività della Scuola si svolgono per lotti. La Scuola è predisposta per formare venti persone alla volta, non una persona alla volta. Ciò che chiamiamo gruppo d'aula, o insieme dei partecipanti a un percorso, è da un punto di vista di descrizione del processo il lotto minimo. Ogni persona è diversa, e guadagna dal valorizzare le proprie differenze, eppure sembra quasi che l'unità minima, nel mondo della formazione aziendale e della formazione finanziata, sia dieci, o venti. Si è

abituati a pianificare per lotti, e a contabilizzare il costo della formazione per lotti. Specifica attenzione viene dedicata all'ottimizzazione dei lotti. Ma possiamo ricordare che, data anche la disponibilità di fini tecnologie, nella stessa gestione della fabbrica, nella produzione e nella gestione del magazzino, la gestione per lotti è messa da tempo in discussione. Si parla di lean organization, o organizzazione snella o flessibile. Dove prima in una stabilimento tipografico i costi imponevano una tiratura minima, mille copie di un libro stampate in un'unica tiratura, oggi si può stampare una copia alla volta, a fronte di una singola domanda di un cliente. Riconducendo l'analogia al diversissimo contesto, si può oggi immaginare una Scuola di formazione avvantaggiata da una 'organizzazione snella'. Superati vincoli e rigidità, il processo formativo acquista plasticità: può essere definito caso per caso, persona per persona. Si può così immaginare di offrire a ognuno un percorso che tenga in conto la fonte del personale piacere di apprendere.

Blockchain

La scena digitale può essere veramente compresa solo attraverso narrazioni. Narrazioni di come – abbiamo citato il caso esemplare di Ted Nelson – geniali esseri umani progettano strumenti concepiti non per sostituire gli esseri umani, ma per accompagnarli in una vita più consapevole e più libera.

Blockchain è il frutto di un simile progetto. Un progetto antioligarchico, federativo, orientato a garantire spazi di libertà ai cittadini. Accennerò qui, a mo' di conclusione, a qualche aspetto chiave. Blockchain si propone come alternativa al Data Base.

Il Data Base è uno scaffale, destinato a contenere oggetti. Potrà ospitare solo gli oggetti che corrispondano a una previa descrizione. E potrà conservare oggetti solo se collocati in uno specifico luogo previamente destinato alla loro conservazione.

Così il Data Base è ben in grado di registrare l'attività formativa, e anche di fornire una metafora dell'attività formativa. Il Data Base concepisce la formazione come predisposizione di un programma e come esecuzione di un programma. L'intero processo formativo, per essere gestibile tramite Data Base, deve essere totalmente esplicitato, e deve essere coerente con regole generali imposte a ogni attività formativa.

Se il Data Base è uno scaffale più o meno popolato di oggetti, Blockchain è un archivio storico, una catena di scatole, accodate l'una all'altra, ognuna contenente le registrazioni di una serie di transazioni andate a buon fine. Le registrazioni sono imm modificabili, ma sempre interrogabili, mantenendo visibili i legami tra una qualsiasi transazione e una qualsiasi altra.

Applicata al contesto formativo, Blockchain apparirà quindi come registro che accoglie come singolo evento ogni atto formativo piccolo a piacere. Poniamo, un singolo incontro tra due o più persone; un singolo accesso a una fonte. Il complessivo piano formativo apparirà alla luce come rete che connette tra di loro atti formativi legati da una stessa intenzione.

La Scuola Data Base pone l'accento sulla pianificazione e sul controllo. La Scuola Blockchain accoglie, conservandone esaustivamente le tracce più minute, la formazione che avviene e la formazione che consegue all'incontro, in costante evoluzione, tra domanda e offerta.

La logica della Scuola Data Base è rovesciata. L'epistemologia è totalmente differente. Servirà ancora una Scuola Data Base. Ma appare evidente come la nuova metafora, Scuola Blockchain, dà risposte all'emergente esigenza di una formazione sempre più flessibile, singolare, capace di far leva sul piacere di apprendere.

<https://youtu.be/YrzMkwQBzzi>

2.3 Automazione e digitalizzazione: per una nuova organizzazione del lavoro. Come ripensare l'impresa, preservando la centralità della persona?

2.3.1 Persone e lavori ibridi: nuove competenze per nuove professioni

Federico Butera

La Quarta Rivoluzione Industriale non è solo tecnologia, ma anche organizzazione e lavoro di nuova concezione.

In un contesto in cui si sta diffondendo il panico che le tecnologie digitali possano distruggere il lavoro e prendere il comando, in un quadro in cui si diffondono profezie di jobless society, è davvero realistico pensare di valorizzare i lavori e le persone? Sì!

Proponiamo di non temere gli effetti sociali della digitalizzazione ma di progettare e di sviluppare insieme tecnologie abilitanti, organizzazioni di nuova concezione (imprese integrali, organizzazioni a rete flessibili), lavoro professionale basato su capacità e competenze digitali e sociali.

La progettazione deve il più possibile essere svolta insieme agli stakeholder, ai lavoratori e agli utenti, per facilitare le innovazioni e la loro implementazione, condividendo obiettivi di produttività, sostenibilità, qualità della vita. Politiche industriali ed educative devono essere realizzate davvero per aiutare le imprese e i lavoratori a rafforzarsi nella transizione.

La Community Progettare Insieme è un think tank, indipendente, apartitico, senza fine di lucro costituito da persone che sono *champions* nel campo del progettare insieme sistemi integrati di tecnologia, organizzazione, lavoro, formazione con ambiziosi obiettivi multipli e insieme con gli stakeholder. Gli aderenti alla Community sono noti studiosi, imprenditori, pubblici amministratori, sindacalisti, docenti, giornalisti, consulenti di diverse appartenenze disciplinari, culturali e politiche ma tutti accomunati da elevata competenza, reputazione e visibilità e dal rilievo dei contributi generati negli anni nelle politiche e nella progettazione integrate. La partecipazione alla Community è personale e non avviene in rappresentanza dell'impresa, associazione, università, giornale, partito, sindacato di appartenenza. L'adesione è senza oneri economici.

La Community:

- promuove il dialogo fra le persone, le organizzazioni, i network, talvolta appartenenti a universi diversi;
- diffonde le attività e i progetti delle persone e delle altre comunità con cui è in contatto, anche attraverso i partner aderenti, fa da sounding board ossia cassa di risonanza a progetti svolti dai partners (da soli o insieme).

Augmentation strategy

Di fronte alla rivoluzione tecnologica in atto e la crescita di polarizzazioni e disuguaglianza, è necessaria e possibile una "augmentation strategy" del lavoro, come la chiama il World Economic Forum che crea valore, versus la semplice automazione cost saving.

Abbiamo già evidenze che l'uso delle tecnologie per valorizzare il lavoro è in corso. Vediamo quanto altro ci aspetta: il pilota di un aereo commerciale o da guerra, il chirurgo che opera con il robot Da Vinci, l'operatore della Tenaris, l'autista che usa il navigatore, l'operaio che usa l'esoscheletro.

Cosa significa creare e valorizzare il lavoro?

I nuovi lavori nella quarta rivoluzione industriale non saranno solo un volatile aggregato nella lunga lista delle competenze sulle tecnologie: data management (cloud computing, sw e integrazione di sistema, cyber security ecc.); tecnologie di produzione 4.0 (digitalizzazione di processi produttivi, sensori e attuatori, tools di modellazione, piattaforme IOT e molto altro); vendita e marketing delle tecnologie.

I nuovi lavori nella quarta rivoluzione industriale in realtà assumono già

Federico Butera

Professore emerito di scienze dell'organizzazione, studioso di organizzazione e architetto di organizzazioni complesse. È stato direttore del Servizio di Ricerche Sociologiche e Studi sull'Organizzazione della Olivetti fino al 1974.

Presidente della Fondazione Irso – Istituto di Ricerca Intervento sui Sistemi Organizzativi.

Ordinario di Sociologia dell'Organizzazione all'Università di Roma "La Sapienza" e presso l'Università di Milano Bicocca.

Direttore della rivista Studi Organizzativi.

e sempre più assumeranno nuovi ruoli, ossia “copioni” da interpretare nel contesto di lavoro e basati su:

- responsabilità su risultati, ossia che cosa produce il lavoro delle persone di materiale e immateriale, di economico e di sociale, di strumentale e di espressivo e che valore ha per l'economia, l'organizzazione, la società;
- l'autonomia e il governo dei processi di lavoro ossia i processi di fabbricazione di beni, quelli di elaborazione di informazioni e conoscenze, di generazione di servizi, di ideazione, di attribuzione di senso, di creazione, che la persona può padroneggiare, migliorare e perfezionare continuamente;
- la gestione positiva delle relazioni con le persone e con la tecnologia, ossia come lavorare in gruppo, comunicare estesamente, padroneggiare le tecnologie;
- il possesso e la continua acquisizione di adeguate competenze tecniche e sociali.

Studiare e rilevare

Vi è da una parte l'esigenza di rilevare nei diversi comparti del modo del lavoro dipendente e autonomo la tumultuosa evoluzione in corso di ruoli ad alto, medio, basso livello di valore; del loro peso nel progettare e gestire i nuovi sistemi tecnologico-organizzativi; del loro cangiante rapporto con le tecnologie (lavori ibridi); delle condizioni di qualità della vita di lavoro (integrità fisica, integrità psicologica, integrità occupazionale come sicurezza dell'impiego e possesso di diritti, condizioni economiche, integrità del bilanciamento fra vita lavorativa e vita sociale e soprattutto integrità dell'identità umana del lavoratore).

Superando il formalismo di profili, mansioni, classificazioni, posizioni organizzative che si sono sviluppati nel tempo per fare statistiche, gestire le relazioni di lavoro, i contratti, i budget di formazione professionale e altro più che per rappresentare, monitorare, comprendere il lavoro.

Creare, progettare e sviluppare i nuovi ruoli

In secondo luogo vi è l'esigenza di progettare e sviluppare i nuovi ruoli del lavoro dipendente e nel lavoro autonomo, nel privato e nel pubblico: quindi una rappresentazione dei ruoli e della loro evoluzione non è il fine ma solo la base metodologica per progettare nuovi ruoli che assicurino il massimo di valore economico e sociale al lavoro e che sviluppino il massimo di qualità della vita di lavoro.

Gli innumerevoli ruoli nella quarta rivoluzione industriale vanno poi raggruppati in mestieri e professioni nuovi, caratterizzati da un ampio dominio di conoscenze e capacità costruite attraverso un riconoscibile percorso di studi e di esperienze e da un “ideale di servizio” caratterizzante e impegnativo.

Come sarà possibile per le persone mantenere e sviluppare una identità di lavoro, come sarà possibile per i policy makers programmare il mercato del lavoro e la scuola, in un contesto in cui mansioni regolamentate, profili definiti da curriculum scolastici, mestieri consolidati, professioni ordinistiche verranno certamente rapidamente resi obsoleti e sostituiti con altri che non hanno ancora nome?

Conosciamo un dispositivo che consente di portare a unità lavori fortemente differenziati per livelli di responsabilità, remunerazione, seniority: i mestieri (in gran parte distrutti dalla rivoluzione taylor-fordista) e le professioni (ristrette entro i confini degli ordini professionali: medici, giornalisti, ingegneri, ecc.).

La rilevazione e la costruzione sociale di mestieri e professioni a banda larga che contengono una altissima varietà di attività per contenuto, livello, background formativo. Questo modello permette alle persone di passare da un ruolo all'altro senza perdere l'identità e può aiutare le istituzioni e l'organizzazione a pianificare l'istruzione e la mobilità. Tutti cono-

sciamo il mestiere del carpentiere (che include il giovane apprendista che lavora in una ditta di infissi e il grande montatore di tralicci Tino Faussone del “La chiave a stella” di Primo Levi) e la professione del medico (che include il giovane praticante e il primario, il medico ospedaliero e il libero professionista, l’ortopedico e lo psichiatra).

Alcune professioni a banda larga

Nella rivoluzione digitale in corso emergono ora nuove professioni, che vanno studiate e soprattutto progettate. Qualche esempio:

Gli architetti dei nuovi sistemi tecnologico-organizzativi capaci di concepire e ingegnerizzare insieme modelli di business, mercati, obiettivi, tecnologie, processi, organizzazione, lavoro, cultura. Non sono solo i tecnologi ma figure in grado di lavorare insieme ad altri portatori di competenze e che dovranno avere una formazione multidisciplinare e operare sulla base del design thinking. Una professione che si presenta in un gran numero di diverse situazioni occupazionali: dal progettista di tecnologie, al knowledge owner di una funzione aziendale, al manager di impresa, all’imprenditore, al consulente, al professore universitario e molti altri.

I tecnici e i professional integratori che accompagnano la crescita di sistemi tecnico – organizzativi affrontando un’elevata complessità, interazione fra tecnologie e organizzazione, frequenza di varianze e fenomeni inaspettati, esigenze di monitoraggio e soprattutto esigenze di coinvolgimento e guida delle persone, avvalendosi in misura crescente delle potenzialità di elaborazione, comunicazione delle tecnologie e dell’intelligenza artificiale. Alcuni mestieri e professioni saranno specifici per settori. Per esempio nel settore abbigliamento mestieri come modellisti, stilisti, sarti, tecnici del taglio delle confezioni, tecnici del rammendo. Altri saranno trasversali come i venditori di servizi; i progettisti customizzatori; i tecnico-commerciali; i tecnici informatici; i professionisti dei social media; i capi intermedi come coach capaci di insegnare a imparare; i project leader e coordinatori capaci di fare e far sapere; i professionisti negli acquisti di materie prime a livello globale; i tecnici di logistica integrata; i tecnici di controllo della gestione economica e del benessere organizzativo; i tecnici corporate con piena conoscenza linguistica in grado di muoversi globalmente.

Mestieri che si stanno evolvendo rapidamente sono le figure di artigiani digitali impegnati nelle aziende, per esempio, del made in Italy, che sono caratterizzate dalla qualità, bellezza, personalizzazione del prodotto: scarpe, abiti, mobili, cibo ma anche software “fatti appositamente per il singolo utente finale”. Si stima che in Italia vi sia un 10% circa di artigiani e operai specializzati con l’intelligenza nella manualità.

Anche gli *operai* si evolveranno verso nuovi mestieri. Se da una parte molte attività operative di pura manipolazione saranno sostituite dalle tecnologie, rimarranno necessarie figure di operatori di processo, manutentori avvezzi a usare tecnologie informatiche e a controllare varianze. Il loro livello di formazione sarà molto più elevato. Le figure di “operai aumentati” sono già diffusi in tutti i settori.

Questi mestieri e professioni non copriranno ovviamente tutto il mondo del lavoro ma rappresenteranno il posizionamento baricentrico, come gli artigiani lo furono nel rinascimento, i liberi professionisti nel 700, gli operai di fabbrica nella rivoluzione industriale.

È un “futuro professionale” quello che qui intravediamo. Esso, per essere attuato su larga scala, richiede un processo di job design e di progettazione formativa innovativo, che i policy makers non potranno non attivare beneficiando di esperienze già attuate nelle imprese e nelle migliori istituzioni formative.

Un lavoro per organizzazioni di nuove concezioni

Questi lavori saranno inseriti in organizzazioni ben diverse dalle tradizionali burocrazie industriali e amministrative:

- Strategie. Nuovi business model basati su nuovi prodotti e servizi e centrati sui clienti
- Macro-organization design. Reti organizzative planetarie; ecologia della conoscenza
- Funzionamento organizzativo. Organizzazioni organiche e unità organizzative flessibili. Sistemi di coordinamento e controllo non gerarchici
- Impresa integrale. Nuova cultura ed etica dell'impresa

Valore

Lavori e organizzazioni con una nuova concezione che creano valore economico e sociale sono i principali vettori dello sviluppo sostenibile e la principale arma contro la disoccupazione e la sotto occupazione. Sarà così possibile migliorare il PIL e il BES, promuovere la qualità della vita di lavoro e stimolare una professionalizzazione di tutti.

La formazione delle competenze digitali

Non ci si può quindi limitare ad aggiungere competenze digitali ai lavori tradizionali. Le competenze sono necessarie ma non sufficienti.

Fra pochi anni gran parte dei lavori che esistono non ci saranno più o saranno profondamente cambiati. Sorgeranno nuovi lavori. Di fronte a questa incertezza il sistema produttivo tende per lo più a rinunciare a progettare il lavoro, ossia a fare job design, e a ripiegare invece sulla apparente flessibilità consentita da una gestione per competenze, come sorta di molecole o mattoncini utili per la selezione, la gestione, la valutazione, che poi potranno essere ricomposte al bisogno.

Prevale ancora una visione vecchia del lavoro: mansioni fatte di compiti destinati a essere allocati fra gli uomini e le macchine; una visione molecolare e frantumata del lavoro come somma di competenze (hard e soprattutto soft).

Progettare i lavori invece vuol dire configurare, nella concretezza e varietà dei processi produttivi e nella realtà della vita delle persone, nuove idee di lavoro valide, solide, decenti, nuovi ruoli, mestieri e professioni che offrano professionalità, identità e cittadinanza, come per esempio lo furono i lavori artigiani nel rinascimento, le professioni nell'800, lo stesso lavoro di fabbrica del '900.

È inoltre necessario progettare nuovi sistemi educativi che combinino formazione e valorizzazione umana della persone, abilitazione professionale. Il dibattito sull'architettura del sistema educativo è tuttora vivissimo. Forse solo un percorso progettuale concreto può consentire di uscire dall'area delle ideologie e di sistemi formali e entrare nella realizzazione. Per esempio il percorso per progettare gli ITS, le nuove lauree professionalizzanti, la formazione digitale a partire dalla scuola elementare, sono i terreni elettivi per fare ciò.

Per fare questo è necessaria un'alleanza strutturale tra sistema educativo e sistema produttivo per proporre ai sistemi di produzione di beni e servizi nuovi ruoli, mestieri e professioni che diano valore ai processi produttivi; per proporre alle persone ruoli aperti/evolutivi come copioni che divengano ruoli agiti in base alle competenze, abilità, impegno di ognuno; per formare "persone integrali" capaci di felicità e di produttività sociale.

Quali azioni?

Tutto ciò richiede tre livelli di azione in reciproco rafforzamento: politiche industriali a livello europeo, nazionale e territoriale orientate a favorire cambiamenti strutturali; progettazione integrata a livello delle imprese, delle pubbliche amministrazioni, delle città, dei territori; partecipazione.

Nuovi modelli di politica pubblica sono necessari e possibili. Se prima la politica pubblica era data da una cornice nazionale che regolava gli attori ai livelli inferiori, in un'economia aperta è impossibile regolare chi sta sotto; si possono solo creare punti di catalisi che poi diventano rilevanti per l'aggregazione di nuovi sistemi, i cui esiti vanno al di là dei confini amministrativi.

Occorre progettare e sviluppare insieme piattaforme integrate di tecnologie abilitanti e di forme innovative di impresa e organizzazione. E su questa base sviluppare ruoli, mestieri e professioni "ibride" e "aumentate", capacità e competenze digitali e sociali.

Non ci sono ricette e soluzioni buone per tutti. Lo strumento per ottenere questi risultati è la progettazione partecipata, svolta insieme dalle imprese, dalle istituzioni, dal sistema educativo, dai sindacati e soprattutto dai lavoratori e dagli utenti, discutendo e condividendo obiettivi di produttività, sostenibilità, qualità della vita.

https://youtu.be/u_ruvPA2hLM

2.4 **Giovani e creazione del valore: una nuova creatività al lavoro. Formazione, competenze e impresa innovativa**

2.4.1 **Digitalizzazione dell'economia e conseguenze per il lavoro e i lavoratori: alcuni spunti di riflessione.**

Maël Dif-Pradalier e Niccolò Cuppini

Avvertenza: Il contributo seguente è una versione scritta e riassuntiva di una conferenza tenutasi presso lo IUFFFP il 20 novembre 2018 in conclusione di un ciclo di dibattiti inerenti al tema della digitalizzazione dell'economia e del lavoro. È stato costruito come uno sviluppo di alcuni aspetti critici posti dalle trasformazioni in atto, nella consapevolezza di tralasciarne (tanti) altri.

Con i progressi tecnologici dell'automatizzazione (Artificial Intelligence, robots, ecc.) e la diffusione recente e su scala mondiale delle piattaforme digitali (dando nascita al cosiddetto "capitalismo di piattaforma"), un numero importante di posti di lavoro è considerato a rischio e sostituibile da macchine, rendendo (o contribuendo a rendere) l'obiettivo della piena occupazione sempre meno realistico e realizzabile. Questa affermazione che si sente spesso nel dibattito pubblico deve essere messa in prospettiva. Innanzitutto, essa veicola una visione mitizzata di un'età dell'oro che non è mai esistita in quanto la cosiddetta "piena occupazione" del periodo fordista, nella parentesi chiamata "i gloriosi 30 anni" che va dalla fine della seconda Guerra mondiale alle crisi degli anni 1970, era una piena occupazione essenzialmente maschile. Le donne lavoravano, come hanno sempre lavorato, ma questo lavoro non era allora maggioritariamente riconosciuto come produttore di valore economico.

D'altra parte, gli studi sui quali si basano le proiezioni più o meno allarmistiche in materia di sparizione e/o di sostituzione di posti di lavoro da macchine sono contraddittori. Gli allarmisti citano spesso lo studio di due ricercatori, Frey e Osborne, che, nel 2013, stimavano al 47% la proporzione di posti di lavoro «potenzialmente automatizzabili» nei prossimi 30 anni negli Stati Uniti. D'altro canto, altre pubblicazioni sull'argomento offrono una visione del futuro ben meno pessimistica. Per esempio, uno studio dell'OCSE del 2009 avanzava la cifra di 9% di posti di lavoro a rischio di scomparire. In materia, gli studi non sono univoci e a questo si aggiunge anche il fatto che quando si annuncia la sostituzione imminente e in quantità importante di posti di lavoro a favore delle macchine si parla solo di distruzione e mai di creazione di nuovi impieghi (si pensi al famoso principio di "distruzione creatrice" teorizzato dall'economista Joseph Schumpeter).

Quando si guarda alle trasformazioni in atto, e in particolare quando si guarda alla diffusione rapida dell'economia delle piattaforme digitali, ovvero alla cosiddetta "uberizzazione", un altro fenomeno solleva questioni dirimenti. Con il fenomeno di "uberizzazione" si fa riferimento alle piattaforme digitali che mettono in relazione acquirenti di beni e servizi e offerenti di beni e servizi (per esempio una macchina o un alloggio da condividere, ma anche la consegna di un pacco o di un pasto in bici) e che si retribuiscono attraverso questa stessa messa in relazione (non solo virtuale ma anche reale) fra domanda e offerta. Questo fenomeno sta dilagando rapidamente e pone, oltre alla minaccia della sostituzione di numerosi posti di lavoro in un futuro più o meno ravvicinato, un problema di sostituzione già in corso di salariati "classici" o "tipici" (ovvero salariati assunti a tempo pieno e indeterminato) con lavoratori esterni all'impresa (che siano interinali, indipendenti o a chiamata, ecc.) con status e condizioni d'impiego ai quali sono associati pochi diritti, o nessun diritto. Il fenomeno dell'"uberizzazione" consente in effetti di abbassare il costo del lavoro facendo sopportare ai lavoratori i rischi legati all'esercizio della propria attività come per esempio la presa in carico di periodi di disoccupazione, malattia, formazione... per non citare la proprietà, la

Maël Dif-Pradalier

Sociologo del lavoro, docente-ricercatore presso la SUPSI-DEASS e responsabile del Certificate of Advanced Studies "Spécialiste en insertion professionnelle" del Programme romand HES-SO de formation à l'insertion professionnelle. I suoi temi di ricerca vertono sulle trasformazioni del lavoro e della protezione sociale, le politiche attive del lavoro, l'inserimento professionale e l'apprendistato.

Niccolò Cuppini

Ricercatore presso la SUPSI-DEASS. Ha ottenuto un dottorato nel 2016 in Politica, Istituzioni, Storia presso l'Università di Bologna. Le sue ricerche vertono attorno a studi urbani, storia delle dottrine politiche, logistica, trasformazioni del lavoro. Fa parte della redazione di Scienza&Politica e del gruppo di ricerca Into the Black Box.

manutenzione e l'assicurazione dei mezzi di produzione (la vettura nel caso di Uber per esempio). Finora questi rischi erano a carico dai datori di lavoro ed erano la controparte della subordinazione accettata dai lavoratori e dalle lavoratrici nel quadro dello scambio fordista: "subordinazione contro protezione".

Il successo e l'attrattività del modello dell'economia delle piattaforme sono da comprendere alla luce della sua capacità di rispondere a domande diverse portate da gruppi sociali con interessi divergenti.

Innanzitutto l'economia delle piattaforme offre una soluzione ai datori di lavoro che non vogliono più assumere gli obblighi contenuti nel contratto di lavoro e rimandano ai lavoratori e alle lavoratrici stessi il compito di assicurarsi individualmente contro i rischi. Nel caso emblematico di Uber, la piattaforma mette il cliente in relazione con un autista attraverso un algoritmo che tiene conto di un sistema di valutazione – di rating – del suo lavoro passato sul quale il lavoratore o la lavoratrice non ha nessuna presa (e che può andare fino a impedire la messa in relazione futura).

In secondo luogo, in questo modello trovano una soluzione e/o una via di realizzazione, sia professionale che personale, numerose persone che aspirano a non avere più un datore di lavoro e fuggono dal mercato del lavoro "classico" e dal salariato. Queste persone rifiutano un lavoro percepito come troppo vincolato a un management onnipotente e preoccupato dai costi a discapito della qualità del lavoro. A tal proposito si osserva un fenomeno interessante e assai nuovo (benché necessiterebbe di ulteriori approfondimenti): sembrerebbe infatti che la via del lavoro digitale e indipendente sia intrapresa da persone con profili, motivazioni e percorsi maggiormente diversificati rispetto a chi "sceglieva" la via del lavoro indipendente durante il periodo fordista. Nei ranghi dei lavoratori e delle lavoratrici dell'economia digitale, troviamo infatti chi cerca il successo imprenditoriale, chi non trova un impiego "tipico" e uno sbocco sul mercato del lavoro "classico", chi si trova nella condizione di dover (voler) cercare redditi complementari o chi fugge dalla logica salariale, compresi lavoratori e lavoratrici con titoli di studio elevati e competenze di alto livello (per es. traduzione, computing o web marketing).

Con la digitalizzazione dell'economia, si delinea una «zona grigia» fra lavoro salariato e lavoro indipendente (per riprendere l'espressione del giuslavorista francese Alain Supiot coniata già all'inizio degli anni 90). Questi lavoratori e queste lavoratrici che si collocano ai margini dal lavoro salariato hanno anche dei profili "alti" (per formazione, esperienza, competenza, ecc.), almeno in alcuni rami o settori di questa economia delle piattaforme (per es. traduzione, computing o web marketing).

Ciò che sembra un'evoluzione in divenire dei profili dei lavoratori e delle lavoratrici del digitale evidenzia l'importanza cruciale delle competenze (e quindi della formazione, anche continua) necessarie per potersi muovere agilmente all'interno di questi nuovi contesti lavorativi e produttivi all'interno dei quali non tutti e tutte riescono a muoversi in modo adeguato. Esiste di fatto un forte rischio di "povertà digitale" che va ad aggiungersi ad altre forme ben note di disuguaglianze o ne è una nuova espressione, raddoppiandole. In altre parole, non tutti e tutte sono e saranno uguali di fronte a questi cambiamenti. A fronte di queste considerazioni, la sfida che ci sta davanti consiste non solo nel rafforzare le competenze tecniche e specifiche (soprattutto utili oggi per rispondere ai bisogni produttivi del momento e quindi definite a valle), ma nello sviluppare anche le competenze generali, le uniche a poter garantire la capacità di indirizzare consapevolmente percorsi di carriera, sempre più non lineari e discontinui.

3

**L'economia che vale.
Imprenditorialità civile e mercato circolare**

3.1 **Lezioni per il presente.** **Adriano Olivetti: un secolo troppo presto**

3.1.1 **Impresa e cultura in Olivetti: un rapporto sorprendente** Marco Peroni

Attorno alla metà degli anni Cinquanta il rapporto fra Olivetti e Fiat non doveva essere così sereno. Si confrontavano, nel raggio di poche decine di chilometri, due modelli di impresa e di pensiero profondamente diversi, che si erano radicati rispettivamente a Ivrea e Torino seguendo linee progettuali alternative l'una rispetto all'altra. Certamente fu diversa anche la scala su cui le due aziende operarono, la dimensione quantitativa oltre che quella qualitativa. Tuttavia, ci fu un piccolo "caso diplomatico" che mise a confronto sul quotidiano torinese La Stampa questi due modelli: prenderlo in considerazione oggi può essere un modo agile e divertente di risalire proprio alla natura anomala, rispetto a quanto succedeva in Italia, del rapporto che la società Olivetti sapeva intrattenere con la cultura, con l'arte, con la bellezza.

"Se per un caso paradossale l'Incoronazione della Vergine dell'Angelico fosse provvisoriamente depositata nello stadio fiorentino, che pure è il più bello d'Italia, e c'invitassero ad andarla a rivedere, risponderemmo che, grazie, l'Angelico lo preferiamo agli Uffizi. E se ci vietassero di riaprire mai più i Canti salvo che nel salone di montaggio della Fiat, ebbene, ci sforzeremmo di adoprare la memoria per sussurrare Leopardi soltanto nel silenzio delle notti estive".

Così il critico d'arte Marziano Bernardi iniziava un suo articolo, apparso sul quotidiano La Stampa del 19 novembre 1955, in cui voleva denunciare l'invasione degli edifici industriali olivettiani di Ivrea, costruiti a pochi passi dalla chiesa di San Bernardino. In essa sono tuttora custoditi i meravigliosi affreschi di Giovanni Martino Spanzotti raffiguranti la vita e la passione di Cristo, realizzati fra il 1485 e il 1490. Ancora nuovi edifici sorgevano in quel momento (la mensa centrale, gli impianti sportivi per il tempo libero dei dipendenti) e per Bernardi questo significava attentare alla funzione spirituale e culturale della chiesa con i suoi capolavori.

"Compito il restauro il convento è morto. Le illustri necropoli dell'arte sono i musei. Portiamovi dunque, staccandovi dai muri che han perduto ogni pregio architettonico, consenso dei proprietari, i poveri affreschi di Ivrea. Qui Spanzotti è un cadavere e un rimorso per i vivi. Nella Galleria Sabauda, poniamo, placato ritroverebbe il suo spirito".

L'architetto Ignazio Gardella, progettista dei nuovi edifici e della risistemazione dell'area, in pieno spirito olivettiano rispondeva al critico d'arte sul medesimo giornale, rifiutando in sostanza la separazione fra vita e lavoro, impresa e arte, più in generale vita attiva e vita contemplativa. Pensava, come allora si pensava a Ivrea, che fosse invece necessario costruire una comunità in cui tutte le dimensioni del vivere si potessero integrare, avvicinare. Quanto segue, dunque, racconta efficacemente – e non chiedendo altre parole – alcuni aspetti fondativi dell'identità olivettiana.

*Egregio Direttore,
leggo con ritardo l'articolo che Marziano Bernardi ha dedicato al Convento S. Bernardino di Ivrea, e ho avuto l'impressione che l'illustre critico lo abbia scritto in un momento di cattivo umore, provocato forse da quella sensazione di disordine che un cantiere dà sempre al profano. [...] Siamo, io credo, tutti d'accordo che le opere d'arte che ci hanno preceduto sono valori di «qualità» non solo ancora attuali, ma insostituibili e indispensabili, in un mondo civile, per integrare unitamente alle opere d'arte contemporanea, i valori di «quantità» sempre più immanenti nel rapido progressivo meccanizzarsi della nostra esistenza.
Non si vede però perché l'unico modo di conservare le opere d'arte e di*

Marco Peroni

Storico e sceneggiatore. Si è occupato a lungo dell'uso delle fonti non convenzionali per l'indagine storica. Fa parte della compagnia Le Voci del Tempo, che ad Adriano Olivetti ha dedicato uno spettacolo di musica e parole replicato in tutta Italia. È presidente dell'Associazione Culturale Pubblico-08.

metterle in rapporto con noi sia quello di relegarle nel recinto di un museo. In contrasto proprio con tutta la tradizione italiana, che ha sempre sentito l'opera d'arte non come un fatto a sé, ma come un fatto concretamente legato alla vita, e che ha sempre coraggiosamente accostato nelle più belle piazze e strade della nostra città, opere sorte in epoche diversissime e che pur trovavano una unitaria armonia nel rispetto l'un dell'altra e nell'essere ognuna genuinamente se stessa.

In particolare stupisce la proposta veramente strana, di strappare gli affreschi dello Spanzotti dalla parete dove sono nati per portarli alla Galleria Sabauda. Né si riesce a capire quale maggior preparazione spirituale potrebbe avere chi, arrivando alla stazione di Torino, si recasse alla Galleria Sabauda, passando magari tra le false e accademiche architetture piacentiniane di via Roma, per poi contemplare gli affreschi staccati dal loro organismo e messi in vitro, in confronto di chi invece, arrivando a Ivrea, se ne andasse alla chiesa fiancheggiando l'architettura sincera (e che è certo una delle più significative architetture italiane della prima metà del nostro secolo) che Figini e Pollini hanno ideato per lo stabilimento Olivetti, per poi godere gli affreschi lasciati tranquilli sulla parete dove sono stati dipinti, nello stesso preciso spazio interno che li ha visti nascere. Per quanto riguarda lo spazio esterno della chiesa, non so se la chiesa starebbe meglio circondata dal boschetto romantico di cui parla Bernardi. Può darsi. [...] Sarebbe però un modo di ragionare inconsistente e antistorico. Intorno alla chiesa di S. Bernardino, il boschetto immaginario di Bernardi non c'era. L'edificio, in grave stato di deperimento come i suoi affreschi interni, era invece circondato e soffocato da disordinate costruzioni, destinate a magazzini e depositi, prima che la Soprintendenza, su richieste e a spese dei proprietari, intervenisse, con un'opera di accurato restauro e prima che, abbattendo capannoni e magazzini, si iniziasse la sistemazione della zona ora in corso. È strano e sconsolante che proprio una delle poche volte in Italia in cui non si spazza via un'opera d'arte, come spesso avviene, per ragioni di bassa speculazione, ma si cerca invece di realizzarla, si critichino, non i modi di questa valorizzazione (che possono essere più o meno riusciti, e sarebbe quindi critica utile e costruttiva), ma il principio stesso.

Aggiungo, per quanto riguarda la sistemazione della zona, di cui sono responsabile come architetto, che la chiesa non è stata tollerata come un'ospite indesiderata, ma anzi, come è giusto, considerata uno dei centri di poesia della composizione urbanistica che comprende, con la nuova mensa e gli ambienti ricreativi del dopo mensa, anche la fabbrica, la quale non è una macchina brutta ma un posto dove lavorano gli uomini. Intorno alla chiesa le nuove costruzioni misureranno degli spazi calcolati in dimensione con la chiesa, per darle un tranquillo respiro che non sia uno sbadiglio, e nello stesso tempo, farla centro di alcune delle visuali della zona.

[...] Bernardi scrive che Leopardi non si può leggere nel fragore di un'officina. Non è il posto né il momento. Se però, dopo il lavoro, gli operai saranno invogliati, nella nuova biblioteca della mensa, a leggere, se non proprio Leopardi, qualcosa di meno deteriore del giornale a fumetti, ciò sarà dovuto anche all'influenza che la bellezza di un'opera d'arte come gli affreschi dello Spanzotti può avere, quando è messa in un rapporto continuo con la nostra vita di tutti i giorni, invece di essere confinata in un museo.

Con i migliori saluti.
arch. Ignazio Gardella

L'esperienza olivettiana fu uno straordinario esempio di come si possano integrare le discipline e i saperi, creando possibilità di sintesi generative e innovative di cui si potrebbero fare mille esempi. Negli stessi anni in cui si consumava questo piccolo (ma forse nemmeno troppo) alterco culturale,

su una delle tante riviste olivettiane dedicate alla promozione culturale dei dipendenti, (“Il cembalo scrivano”), Bruno Munari scriveva un breve e giocoso articolo in cui dimostrava come cultura tecnica e cultura umanistica fossero ancora scioccamente distanti. E con questo suo prezioso contributo speriamo di aver incuriosito i lettori e stimolati a volerne sapere di più.

Proposta di Munari

Con la macchina per scrivere si possono anche scrivere poesie, certo bisognerà prima allenare la macchina abituata a scrivere parole troppo frivole come: postagiato, imballaggio, quietanza, riferimento, tot, quid e bolli compresi. Ogni tanto nei ritagli di tempo, tra una fattura e l'altra, prendete un foglio bianco e scrivete: alghe, colombe, silenzio, airone, eco, vento, infanzia.

Occorre allenare la macchina (noi compresi) all'uso di parole dimenticate, parole che risvegliano in noi sensazioni e immagini poetiche. Perché, vedete, non si possono scrivere poesie con parole di uso commerciale. Proviamo:

*Tramontata è la luna
e un quantitativo di nubi
(imballaggio compreso)
sono in alto nel cielo.
Tu pure mia cara
con riferimento al ns/ colloquio
precedente
come vento tra gli scogli
vieni
con cortese sollecitudine
all'amata cetra.*

Evidentemente non si può. E nemmeno si possono mandare lettere commerciali con parole poetiche. Proviamo:

*Adorato cliente
una colomba bianca ha portato le tue parole. È primavera ormai e l'acqua dei fiumi rapida muove. Un cavallo nero ti porterà la cassa di saponette marca oro, da te piangente attese tutta una notte. Addio. Pagherete con postagiato settimanale cumulativo N. 2936.*

Come mai? Perché non si possono scrivere lettere poetiche e poesie commerciali? Chi vieta che ciò avvenga? Non una legge ma qualcosa di più triste: è la Dignità. Guai se le Acciaierie Nazionali mandassero non dico una lettera poetica ma una parola poetica in una lettera «seria». Succederebbe un dignitoso finimondo.

Io, invece, ve lo confesso, cerco sempre di scrivere lettere commerciali con immagini poetiche. Aiutatemi a far sorridere il Direttore Generale.

(contributo tratto dal libro di Marco Peroni “Ivrea. Guida alla città di Adriano Olivetti”, Edizioni di Comunità, Ivrea/Roma, 2016).

<https://youtu.be/elolITNb88Bc>

3.2 **Educare a una nuova idea di comunità. L'economia circolare**

3.2.1 **Un nuovo slancio per l'economia circolare**

Adèle Thorens

Oggi, l'economia circolare è quasi diventata un'espressione alla moda, ma non è sempre ben compresa. Troppo spesso è ancora associata a una semplice promozione del riciclaggio, quando rappresenta un vero e proprio potenziale di disruzione, nel senso più positivo del termine, sia per la nostra economia che per la gestione sostenibile delle risorse naturali e delle materie prime.

Superare il funzionamento lineare della nostra economia

Vorrei aprire questo pomeriggio di studio¹ discutendo con voi una panoramica dell'economia circolare in Svizzera, sulla base della mia esperienza personale. Sono sempre stata interessata all'economia e a come essa possa essere conciliata con la salvaguardia dell'ambiente. L'economia è l'interfaccia attraverso la quale sfruttiamo le risorse naturali. Oggi opera in modo lineare. Estrae risorse e materie prime dal nostro pianeta, le trasforma in prodotti di largo consumo, spesso omogenei e di scarsa qualità, pensati per essere venduti a basso costo. Questi prodotti vengono poi buttati via dopo un breve periodo di utilizzo. Un processo di questo tipo genera un inquinamento significativo lungo tutta la catena di produzione e di consumo, nonché una quantità gigantesca di rifiuti.

Sviluppare nuovi modelli di business

L'economia circolare vuole affrontare questo problema. Lo scopo è di ridurre drasticamente il consumo di risorse chiudendo i cicli di vita dei materiali. Questo non significa più soltanto riciclaggio. L'economia circolare inizia molto prima. L'obiettivo è quello di ridurre l'uso di materie prime a monte e di ripensare radicalmente il design del prodotto. Per risparmiare risorse, i beni di consumo devono essere concepiti per durare più a lungo, devono essere facilmente riparabili e i loro vari componenti facilmente separabili, riutilizzabili e riciclabili. In questo contesto si prevede lo sviluppo di nuovi modelli di business. Si tratta di abbandonare un modello in cui, per essere redditizia, un'azienda ha interesse a vendere il maggior numero possibile di beni a basso costo e di scarsa qualità, che i consumatori dovranno poi sostituire il più presto possibile. L'economia della funzionalità è una delle strade da seguire. Vendendo non la proprietà dell'oggetto, ma il suo utilizzo, permette di produrre meno beni e di favorirne la qualità. Infatti, questi beni saranno condivisi ed è quindi nell'interesse dell'azienda che durino a lungo. Questo modello ottimizzerà anche il loro utilizzo, consentendo a un gran numero di persone di beneficiare dei loro servizi, risparmiando risorse.

Dall'ecologia industriale all'economia circolare

Ho scoperto l'economia circolare attraverso l'ecologia industriale, che consiste nell'incoraggiare le aziende a collaborare tra loro per risparmiare risorse e rendere i rifiuti dell'una una risorsa per l'altra. Il professor Suren Erkman, dell'Università di Losanna, si occupa dell'argomento da diversi anni. Il mio collega Robert Cramer, allora consigliere di Stato a Ginevra, ha utilizzato il suo lavoro come base per un'analisi dei flussi materiali nel suo cantone. Questa analisi ha portato a due misure pionieristiche. In primo luogo, il Cantone ha deciso di incoraggiare la creazione di ecositi, all'interno dei quali si possono realizzare processi di ecologia industriale. Poi ha sviluppato un progetto per rivalorizzare e riciclare i rifiuti di cantiere, che costituivano il flusso dei materiali più grande e più facilmente riducibile della regione.

Adèle Thorens Goumaz

Dal 2002 al 2007 Consigliera comunale a Losanna, dal 2007 al 2019 Consigliera nazionale per il Canton Vaud e dal 2019 Consigliera agli Stati, concentra il suo impegno sulle politiche ambientali, in particolare negli ambiti della transizione energetica, della salvaguardia del clima e della biodiversità.

1 — Discorso tenuto dall'Onorevole Adèle Thorens in occasione del pomeriggio di studio *Educare a una nuova idea di comunità. L'economia circolare* tenutosi il 16 ottobre 2019 presso il centro professionale del verde di Mezzana.

Un primo dibattito democratico con l'economia verde

È sulla base di queste prime esperienze che nel 2010 i Verdi hanno lanciato l'iniziativa per l'economia verde, che intendeva inserire nella Costituzione i principi dell'economia circolare, in particolare incoraggiando la chiusura dei cicli di vita dei materiali. Questa azione ha dato luogo ad un ampio dibattito che ha contribuito alla divulgazione del concetto di economia circolare su tutto il territorio nazionale. Il dibattito si è svolto dapprima in seno all'Amministrazione federale e in Parlamento, poiché il Consiglio federale ha deciso di proporre al Parlamento un controprogetto all'iniziativa. Si trattava di una revisione della legge sulla protezione dell'ambiente, che, allo stato attuale, è ancora orientata al trattamento dell'inquinamento e del danno ambientale. L'obiettivo era di farne una vera e propria legge per la gestione sostenibile delle risorse. Molte innovazioni sono state quindi proposte dall'amministrazione, in particolare l'ancoraggio giuridico del principio della gestione sostenibile delle risorse e la necessità di dare priorità al recupero dei materiali, vale a dire al riutilizzo, alla riparazione o al riciclaggio, rispetto al recupero di energia, vale a dire, all'incenerimento. La Confederazione ha inoltre proposto che la gestione sostenibile delle risorse tenga conto dell'intera catena del valore, comprese le risorse che importiamo dall'estero.

Infine, sono stati proposti nuovi strumenti, come la creazione di una piattaforma di sostegno e di scambio di buone pratiche destinata alle imprese che intendono intraprendere una transizione verso l'economia circolare, o la conclusione di accordi sugli obiettivi tra l'Amministrazione federale e i vari settori economici, al fine di ridurre il loro impatto sulle risorse. Purtroppo, un progetto di questo tipo era ancora in anticipo sui tempi. Il primo passo del parlamento molto conservatore eletto nel 2015 è stato quello di seppellire la controproposta alla fine dei dibattiti. L'iniziativa è stata quindi presentata ai cittadini nel 2016. È stata chiaramente respinta dalla popolazione, ma con risultati più positivi nella Svizzera romanda e persino con l'accettazione nel cantone di Ginevra, che si è dimostrato un'altra volta pioniere.

Ambienti economici impegnati

La campagna elettorale ha mostrato l'emergere di una spaccatura all'interno del mondo economico. Infatti, l'iniziativa e il controprogetto sono stati violentemente attaccati durante i dibattiti parlamentari da Economiesuisse. Tuttavia, molte aziende si sono impegnate favorevolmente nelle discussioni. Durante i dibattiti parlamentari, il controprogetto è stato sostenuto dal settore del riciclaggio, che ha capito molto bene le sfide dell'economia circolare, ma anche dal commercio al dettaglio, attratto dalle proposte dell'amministrazione in merito agli accordi sugli obiettivi. Successivamente, si è formata un'ampia coalizione per guidare la campagna per l'iniziativa. A essa si aggiunse una nuova organizzazione economica, allora poco conosciuta. Si tratta di *Swisscleantech*, che riunisce aziende responsabili e impegnate a favore dell'ambiente. La campagna ha così generato un grande slancio negli ambienti economici progressisti, stimolando posizioni coraggiose da parte di un'ampia gamma di aziende, da start-up sostenibili a giganti tradizionali come Ikea.

Economia circolare svizzera: nasce un movimento

Alla fine della votazione, tutti coloro che avevano partecipato a questo ampio dibattito democratico, furono concordi sul fatto che occorresse proseguire lungo questa linea, ma percorrendo altre piste. Il movimento Economia circolare Svizzera, il cui obiettivo è quello di mobilitare gli attori svizzeri impegnati nell'economia circolare, è nato da questa dinamica e ha permesso di mobilitare nuovi attori. In particolare, il movimento è stato lanciato tra gli altri da *sanu durabilitas*, un think tank di sostenibilità di cui sono membro del consiglio di fondazione. La *Circular Economy Switzerland* è stata lanciata quest'anno a Basilea e poi a Losanna. Con

il sostegno della Fondazione *MAVA* e del *Fondo di sostegno del gruppo MIGROS*, intende fungere da catalizzatore dell'economia circolare attraverso lo sviluppo di diversi progetti e manifestazioni. Oggi, il nucleo del team è composto da *ecos*, *YODEL*, *Swiss Economic Forum*, *PUSCH*, *Impact Hub*, *Circular Hub* e *sanu durabilitas*. Circular Economy Switzerland si considera una piattaforma di coordinamento e di scambio ed è aperta a tutte le iniziative e agli attori dell'economia circolare.

Creare legami tra scienza, economia e politica

Uno dei ruoli di *sanu durabilitas* all'interno del progetto, è quello di mettere a disposizione dei responsabili politici e delle imprese i risultati del Programma di ricerca sull'economia sostenibile (PNR 73), lanciato dal Consiglio federale durante le discussioni sull'iniziativa per l'economia verde. Il Laboratorio di *Economia Circolare Applicata (LACE)* coinvolge le Università di Losanna e San Gallo e l'*Empa* sul piano scientifico nonché sette aziende partner, tra cui Nespresso, Logitech e Losinger Marazzi, che stanno testando le soluzioni sostenibili sviluppate dagli esperti. L'obiettivo è quello di comunicare i risultati del progetto al grande pubblico e ai decision-maker, con l'obiettivo di far conoscere meglio l'economia circolare.

Sostenere l'emergere di startup

Sanu durabilitas collabora anche con Impact Hub, una rete di spazi di coworking orientati alla sostenibilità, nell'ambito del progetto *Circular Economy Transition (CET)*, che supporta le PMI e le startup nello sviluppo di nuovi prodotti circolari, servizi e modelli di business e sviluppa raccomandazioni per i decision-maker. Questo progetto vuole anche costruire una comunità tra gli imprenditori interessati all'economia circolare, attraverso eventi mensili organizzati nell'Impact Hub di Basilea, Berna, Ginevra, Losanna e Zurigo, intorno ai diversi aspetti dell'economia circolare.

Valorizzare l'impegno delle PMI

Al fine di evidenziare il lavoro delle imprese nella transizione verso l'economia circolare, sono stati ideati anche due strumenti. *Shift Svizzera*, prima di tutto, è un evento sull'economia circolare si è tenuto per la prima volta il 21 e 22 gennaio 2020 a Lucerna e offrendo anche spazi espositivi per aziende e progetti pionieristici. Inoltre, nel giugno 2019 è stata lanciata a Langenthal la piattaforma *CE2 - Circular Economy Entrepreneurs*. Organizza una conferenza annuale, workshop regionali e offre uno spazio per il dialogo interprofessionale online. Lavora inoltre su settori economici specifici attraverso progetti mirati. È il caso del mercato del mobile, con il progetto *Make Furniture Circular* guidato dalla *Fondazione PUSCH*, o del settore edile, con la piattaforma *Madaster*, che mira al risparmio di materiali.

Fungendo da collegamento delle città in rete pioniere, Circular Economy Svizzera non si interessa soltanto agli ambienti economici. Il movimento comprende anche il progetto *Circular Cities Switzerland*, che analizza il potenziale circolare delle città e le sostiene nell'attuazione di progetti pilota. Sono previsti anche scambi di buone pratiche e la creazione di reti di città pioniere nell'economia circolare. Per il momento sono coinvolte le città di Berna e Basilea. Il progetto è sostenuto da *Ecos* e *Circle Economy*.

Recenti sviluppi a livello federale

Anche a livello federale le cose si sono rimesse in moto nel corso degli ultimi anni. Se è stato difficile compiere progressi politici nei mesi successivi al voto sull'iniziativa per l'economia verde, la firma dell'accordo di Parigi e le manifestazioni per il clima hanno cambiato la situazione. Diversi passi avanti sono stati compiuti nei settori dell'economia circolare e della gestione sostenibile delle materie prime. In primo luogo, è stato possibile ottenere una maggioranza in seno al Consiglio federale e

al Parlamento per una strategia di gestione sostenibile delle materie plastiche, in linea con gli sviluppi attuali dell'Unione europea. La plastica è il materiale emblematico dell'economia lineare: è urgente applicarle i principi dell'economia circolare. Inoltre, uno dei punti meno controversi del controprogetto all'iniziativa per un'economia verde è stato recentemente accettato in Parlamento. L'obiettivo era di vietare l'importazione in Svizzera di legname tagliato illegalmente, come già fa l'Unione europea. Inoltre, siamo riusciti ad aggiungere alla legge la possibilità per il Consiglio federale di imporre restrizioni all'importazione o criteri per altre materie prime per le quali esistono standard ecologici internazionali, come l'olio di palma, la soia o il cotone.

Una nuova alleanza politica interpartitica

Infine, abbiamo creato una nuova alleanza politica per l'economia circolare, che riunisce rappresentanti dei Verdi, del PS, del PPD, del PBD e dei Verdi liberali. Abbiamo presentato diversi interventi parlamentari congiunti che comprendono punti che provengono dal controprogetto all'iniziativa per l'economia verde. Essi mirano in particolare a sancire per legge la conservazione delle risorse, la considerazione dell'impatto delle risorse che importiamo dall'estero, la priorità del recupero dei materiali rispetto all'incenerimento, ma anche misure più concrete come la limitazione degli imballaggi o il raggiungimento di accordi mirati con i settori economici per ridurre lo spreco di risorse. Dal Parlamento si avvertono ora segnali incoraggianti. Anche il PLR, che all'epoca aveva combattuto con forza l'iniziativa per l'economia verde e il suo controprogetto, è ora interessato all'economia circolare e ne ha incluso i principi nel suo programma ambientale.

Spero quindi che questa nuova configurazione abbia un impatto e che i progressi in campo scientifico, economico e politico ci consentano di passare rapidamente dall'economia attuale, che è distruttiva sia per il clima sia per le nostre risorse, a un'economia sostenibile e circolare.

<https://youtu.be/QGFSpWUtAKY>

4

Altri interventi registrati

Migrazioni e digitalizzazione: due progetti e una testimonianza

Seneit Garbani, Zahra Hassani e Giuliana Tedesco

<https://youtu.be/ka7MFNpO4uw>

**Élites imprenditoriali, innovazione e responsabilità:
il caso Olivetti, un modello virtuoso**

Beniamino de' Liguori Carino

<https://youtu.be/hxpfjYWYeI8>

Intelligenza artificiale e cittadini-lavoratori nell'era digitale

Luca Maria Gambardella e Carlo Alberto Nobili

<https://youtu.be/o5HkQBLSlmw>

Uomini e robot. Occupazione e progresso tecnologico

Riccardo Staglianò

<https://youtu.be/chI9HAlzHmk>

Formazione continua 5.0

Furio Bednarz, Tatiana Lurati, Fabio Merlini e Meinrado Robbiani

https://youtu.be/uHGT_5TUoRE

Gilets jaunes e giovani per il clima.

L'economia civile come risposta?

Jean-Claude Luvini, Alfonso Tuor e Chiara Zocchi

<https://youtu.be/JJFGLxXuQ0M>

L'economia civile in pratica: modelli, percorsi e casi

Nicola Tedeschi e Alberto Zambolin

<https://youtu.be/EmB0XLWbWMg>

**Transizione digitale e formazione professionale:
verso la 'new education'**

Stefano Zamagni

<https://youtu.be/3LJEDvq6RMs>

Lezioni dal tempo della pandemia

Lorenzo Cantoni, Franco Lorenzoni, Marco Solari e Adriano Varetta

<https://youtu.be/U-4KIz2-F5k>

Tecnologie per una nuova economia: la sfida della responsabilità

**Idee per l'innovazione
nella formazione professionale**

Quaderno 2

Edizione elettronica

Settembre 2021

Responsabili redazione

Luca Dorsa

Monica Garbani-Nerini

Fabio Merlini

Quaderni a cura di

Scuola universitaria federale

per la formazione professionale - SUFFP

Conferenza della Svizzera italiana per la
formazione continua degli adulti - CFC

Via Besso 84/86

6900 Lugano-Massagno

Grafica

Bitdesign, Montagnola

Stampa

Arti grafiche Lepori & Storni SA, Viganello

Con il sostegno di



Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento dell'educazione, della cultura e dello sport
Divisione della formazione professionale

S V E B ■ Schweizerischer Verband für Weiterbildung
F S E A ■ Fédération suisse pour la formation continue
Federazione svizzera per la formazione continua
Swiss Federation for Adult Learning



**Idee per
l'innovazione
nella
formazione
professionale**

Quaderno
2