



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

**“CORRELAZIONE TRA CREATIVITÀ TECNOLOGICA E PROGRESSO
ECONOMICO: CONCETTI FONDAMENTALI E ANALISI DEL CASO
"SILICON VALLEY"”**

Relatore: Prof. Peruzzi Giulio

Laureando/a: Cerato Alberto

ANNO ACCADEMICO 2022 – 2023

Sommario

PREMESSA	4
INTRODUZIONE.....	5
DIGRESSIONE STORICA	8
ANTICHITÀ CLASSICA	8
MEDIOEVO.....	8
RINASCIMENTO E OLTRE: 1500-1750	10
LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE (1750-1830).....	11
DALLA SECONDA METÀ DEL XIX SECOLO AL XX SECOLO	12
IL XX SECOLO COME SPARTIACQUE.....	13
ANALISI E COMPARAZIONI: CAPIRE IL PROGRESSO TECNOLOGICO	14
LA CALIFORNIA	21
STORIA	21
ANALISI	24
CONCLUSIONI	26
BIBLIOGRAFIA	28

PREMESSA

L'obiettivo di questo elaborato è analizzare l'idea principale espressa da Mokyr. Secondo questo storico dell'economia, la creatività tecnologica ha un legame stretto con il progresso economico.

Il lavoro è stato suddiviso in diverse sezioni, ognuna delle quali ha lo scopo di addentrarsi nell'analisi del pensiero di Mokyr.

Nell'introduzione è stato sintetizzato il pensiero di questo economista di cittadinanza statunitense attraverso un tentativo di spiegazione dei motivi per cui avviene una crescita economica. Lo studioso ha individuato nella creatività tecnologica la causa principale del progresso economico.

Segue una digressione di carattere storico in cui, attraverso l'individuazione di periodi chiave, viene presentata una sintesi che analizza soprattutto fattori economici, tecnologici e sociali, mantenendo il focus sull'idea fondamentale di Mokyr.

Una volta completato l'exkursus è stata inserita una sezione basata sull'analisi e comparazione dei casi illustrati precedentemente nel tentativo di determinare le diverse cause che hanno portato a cambiamenti tecnologici ed economici epocali.

È doveroso esplicitare che l'analisi di Mokyr si ferma storicamente sulla soglia del primo conflitto mondiale e che tale lavoro ha un focus quasi esclusivamente eurocentrico.

Con il proposito di estendere l'analisi precedentemente descritta, la Silicon Valley è stata presa in considerazione come *case-study*: in questo territorio statunitense, nello stato federale della California, ha avuto luogo un processo che ha portato allo sviluppo di un'area diventata ormai da decenni d'importanza mondiale a livello di innovazione tecnologica e quindi, seguendo ancora Mokyr, di sviluppo economico.

INTRODUZIONE

La differenza tra nazioni ricche e nazioni povere non è, come diceva Hemingway, semplicemente legata al fatto che le nazioni ricche hanno più denaro di quelle povere, ma dipende dal fatto che le nazioni ricche producono più beni e servizi. Una delle ragioni di ciò è perché hanno una tecnologia migliore, che permette di controllare e manipolare la natura al fine di una produttività superiore. La superiorità tecnologica occidentale ha radici profonde nella storia e il motore dello sviluppo tecnico è la creatività, che si rileva essere uno dei fulcri della ricchezza di un paese, forse quello più importante.

Il quesito che viene da porsi di fronte a queste considerazioni è: “Come avviene il cambiamento tecnologico?”. La creatività umana è un fenomeno raro e misterioso che dipende da ispirazione, fortuna, genio: nasce da un inspiegabile impulso che porta le persone ad andare dove nessuno era mai stato, tanto che la creatività tecnologica può essere definita come un atto di ribellione verso lo stato attuale delle cose.

Lo sviluppo economico di un paese è un aspetto cruciale per l'esistenza umana, dato che è il miglior indicatore degli standard di vita. Uno degli ingredienti chiave della crescita economica è sicuramente la creatività tecnologica. Quest'ultima ha permesso di alzare la qualità della vita, migliorando la nutrizione, l'abbigliamento, gli alloggi e la salute diminuendo la fatica fisica, le malattie e le carestie. In economia si parla di “free lunch” quando c'è un incremento di output non commensurabile con l'incremento di sforzi e costi per ottenerlo; il più delle volte è merito di un progresso tecnologico.

Le parti interessanti che rimangono da analizzare sono le cause e le condizioni che hanno permesso questo progresso economico tramite lo sviluppo scientifico di un paese. In questo caso però le ragioni sono più sfumate e difficili da individuare, perché la crescita economica non è solo legata alla tecnologia e può essere il risultato di diversi processi:

1. Investimenti: quando il capitale si accumula con un ritmo maggiore della crescita di forza lavoro, cosicché ogni lavoratore abbia a disposizione più capitale con cui lavorare (*Solovian growth*).
2. Espansione commerciale: aumento di scambi di beni e servizi di cui beneficino tutti gli elementi coinvolti nell'allargamento (*Smithian growth*).
3. Effetti legati all'aumento popolazione: l'aumento di popolazione può portare ad un aumento di reddito pro capite.
4. Incremento della conoscenza umana: ad esempio sviluppo tecnologico, ma anche cambi nelle istituzioni. Questo tipo di processo è definito anche *Schumpeterian growth*, ossia una espansione capitalistica derivante dai continui, sebbene fluttuanti, sviluppo e cambiamento tecnologico, finanziati dall'estensione del credito. In questo caso si può intendere il progresso tecnologico come qualsiasi cambiamento nei processi produttivi il cui scopo sia incrementare l'efficienza ed ottenere uno stesso output con minori risorse o, in alternativa, la creazione di prodotti migliori o nuovi, non limitandosi quindi a considerare solo l'espansione capitalistica.

Dal punto di vista della crescita economica, non c'è alcuna differenza se il reddito cresce per merito dell'applicazione di nuove informazioni alla produzione o per la diffusione di idee esistenti. Il cambiamento della tecnica, secondo Thomson, può essere addirittura paragonato a Dio: è molto discusso, venerato da alcuni, rifiutato da altri, ma ben poco compreso.

Ad esempio, nella storia recente la crescita economica è avvenuta sebbene ci sia stato un aumento di popolazione, contravvenendo ai principi Malthusiani, i quali enunciano che la crescita della popolazione si divora i frutti dell'aumento produttivo e degli standard di vita. Risulta quindi evidente che esiste una parte residua della crescita economica non causata solo dagli aumenti di capitale e di lavoro.

Di conseguenza, il cambiamento tecnologico sembra il naturale candidato per spiegare questa parte residua; l'unico problema è che, storicamente, non si è sempre riusciti a spiegare con successo le ragioni per cui alcune società siano più tecnologicamente creative di altre.

Quale tipo di ambiente sociale rende gli individui innovativi, che generi di stimoli, incentivi e istituzioni creano un'economia che incoraggia la creatività tecnologica? Quest'ultima è analizzata perlopiù come un fenomeno sociale piuttosto che individuale.

In altre parole, la domanda da porsi non è "perché alcuni individui sono più creativi di altri?" quanto piuttosto "perché ci sono state e ci sono società che hanno più individui creativi di altre?". Probabilmente è questa la ragione fondamentale per cui avviene una crescita economica (che segue il modello di Schumpeter) in alcune società e non in altre.

Il cambiamento tecnologico non può essere spiegato attraverso la tradizionale teoria economica standard, ossia scelte razionali soggette a limiti conosciuti, dato che si tratta di un attacco da parte di un individuo ad un vincolo che tutti danno per assodato.

Francis Bacon ha proposto una distinzione tra due tipi di progresso tecnologico: uno che dipende dal complessivo stato della conoscenza e che quindi può essere ottenuto solo quando il terreno scientifico e culturale è "fertile"; l'altro che è ottenuto attraverso tentativi empirici e che quindi può prodursi in ogni tempo e periodo. Da ciò, si può quindi dedurre che in molti casi non ci siano delle evidenti ragioni per spiegare il motivo per cui una scoperta sia stata effettuata in un preciso periodo storico, né prima, né dopo.

In generale, un'invenzione dovrebbe essere definita come un incremento dell'insieme della conoscenza tecnologica di una data società, che è l'unione delle conoscenze tecniche di ogni individuo. Però sussiste anche il problema che in uno stesso periodo possano esserci differenti tipi di tecnologie e non sempre è quella migliore che viene adottata dalla maggioranza, perciò propagare e diffondere la conoscenza e la tecnica è fondamentale per il progresso tecnologico.

Di conseguenza si può anche differenziare l'invenzione dall'innovazione, che sono complementari, o quasi: è possibile averne una e non l'altra, ma nel lungo periodo le società tecnologicamente creative devono essere sia inventive sia innovative. Senza l'invenzione, l'innovazione finisce per rallentare fino a fermarsi, mentre senza innovazione, agli inventori mancherà capacità di focalizzazione e avranno un ridotto incentivo economico a perseguire nuove idee.

Risulta evidente quindi che nessuna risposta alla questione sul perché alcune società siano più tecnologicamente creative di altre potrà soddisfare tutti: si possono trovare molti elementi che sono correlati alla questione, ma la correlazione non implica la causazione.

Tornando alla sequenza invenzione-innovazione, dobbiamo distinguere le due componenti fondamentali che la costituiscono: la prima è un problema tecnico che coinvolge una lotta tra mente e materia, ossia il controllo dell'ambiente fisico; l'altra è una componente sociale.

Una società, per essere tecnologicamente creativa, deve soddisfare tre condizioni:

1. ci deve essere una schiera di innovatori ingegnosi e pieni di risorse disposti a sfidare l'ambiente fisico per migliorarsi;

2. le istituzioni economiche e sociali devono incoraggiare potenziali innovatori facilitandone il lavoro con una giusta struttura di incentivi;
3. diversità e tolleranza, perché in ogni società ci sono forze stabilizzanti che cercano di mantenere lo status quo, ma la creatività tecnologica deve superare queste resistenze.

Analizzando la storia dell'evoluzione tecnologica ci si scontra con un ulteriore problema: come identificare e dare riconoscimento per una relativa invenzione o innovazione? Bisogna dare maggiori meriti a chi ha concepito l'idea iniziale, oppure a chi tramite migliorie e affinamenti è giunto al risultato più completo e adatto all'utilizzo in larga scala? Come considerare poi tutti coloro che hanno posto le basi per l'invenzione, senza le quali non sarebbe stata possibile? Alcuni storici (Jones, Rosenberg, cfr. Mokyr) considerano che tutte le invenzioni siano la conseguenza di un *technological drift*, composto per lo più da migliorie incrementali fatte da anonimi individui. Questa teoria fa da contraltare al principio secondo cui i meriti di un'invenzione vadano attribuiti tutti ad un individuo geniale.

Effettivamente, il rischio del *technological drift* potrebbe essere lo sminuire il lavoro di individui che hanno creato tecnologie destinate talvolta a cambiare la storia: sembra perciò necessario perseguire una via di mezzo.

Si possono quindi identificare due tipologie di invenzioni, non alternative ma complementari, sulla base dell'impatto che hanno avuto:

- le *microinvenzioni*, piccoli ed incrementali passi, che migliorano, adattano e velocizzano tecniche esistenti già in uso, riducendo costi ed energia necessaria;
- le *macroinvenzioni*, idee radicalmente nuove, senza precedenti, che emergono dal nulla.

Le microinvenzioni sono comprensibili attraverso l'uso di concetti propri dell'economia *standard*: sono il risultato dello sforzo di ricerca e inventiva, in risposta a prezzi e incentivi. Le macroinvenzioni, invece, non sembrano obbedire a delle leggi, non rispondono a incentivi e sfidano tutti i tentativi di metterle in relazione a variabili economiche esogene: per lo più sono il risultato di genio e fortuna.

In conclusione, la storia dello sviluppo tecnologico può essere considerata come un percorso che persegue inevitabilmente il progresso. Quest'ultimo, però, non può essere dato per scontato perché esistono sempre forze che vi si oppongono, spesso più forti di quelle che spingono per il cambiamento.

DIGRESSIONE STORICA

Per comprendere meglio i concetti illustrati precedentemente, è possibile, seguendo Mokyr, analizzare dei casi storici di particolare rilevanza, in diverse epoche storiche, utili a mostrare le diverse casistiche del legame sviluppo tecnologico-economico, avvenute in passato.

ANTICHITÀ CLASSICA

Nelle civiltà classiche (greca, ellenistica e romana) lo sviluppo tecnologico si potrebbe giudicare di scarso successo in maniera superficiale, ma ciò sarebbe un errore ingenuo: l'applicazione della scienza avveniva più che altro su un piano fisico e pratico, ad esempio nella coniazione di monete, nell'alfabetizzazione, nella stenografia o nell'architettura. Si tratta di innovazioni che potrebbero sembrare poco rilevanti o di poco conto, ma che hanno permesso la creazione di civiltà e imperi molto vasti, tanto importanti che sono state tramandate e perfezionate. Tra gli esempi più rilevanti ci sono gli acquedotti romani e i sistemi di rete fognaria, grandissime opere di ingegneria idraulica, che hanno permesso la creazione, altrimenti impossibile, di vaste città, la cui costruzione si può considerare come una delle prime opere di urbanizzazione. Nel campo delle macchine le invenzioni importanti sono l'utilizzo delle leve, delle viti e delle pulegge, che trovano applicazione nel settore militare, permettendo la costruzione di strumenti di guerra che hanno fornito un vantaggio notevole all'esercito romano nei confronti delle popolazioni vicine, permettendo conquiste di territori molto vasti.

Un elemento molto interessante da osservare è che, in quel periodo, lo sviluppo tecnologico era più al servizio del settore pubblico che di quello privato: in quest'ultimo le invenzioni sono state di scarso rilievo e quindi non ci sono state grandi evoluzioni nei settori agricoli, tessili e dei materiali; nel caso ci fosse stato qualche avanzamento, l'adozione avveniva solo localmente.

In sostanza, la società romana non ha avuto grandi invenzioni tecnologiche, ma ha solo migliorato (e diffuso) la tecnologia esistente in quel periodo. A ben vedere, però, nel caso di invenzioni rilevanti, come quella del mulino ad acqua, determinante nell'epoca successiva, non c'è stato un impatto decisivo a livello di produttività, poiché tale innovazione non è stata applicata estesamente a livello territoriale.

Le società classiche risultano dunque essere state inventive, originali e curiose, ma non si sono distinte per essere state tecnologicamente creative.

MEDIOEVO

Il Medioevo, invece, è stato un periodo molto proficuo dal punto di vista dello sviluppo, infatti sono state infrante molte barriere che avevano bloccato l'evoluzione tecnologia romana. Tutto ciò risulta ancora più interessante considerando il fatto che tali eventi sono avvenuti sebbene mancassero le condizioni che si è soliti considerare essenziali per il progresso: l'alfabetizzazione era crollata, le classi sociali più elevate non avevano grandi interessi culturali e scientifici, il commercio e gli scambi culturali erano quasi scomparsi, le grandi invenzioni e costruzioni romane come le strade e gli acquedotti erano cadute in rovina. Nonostante a tutto ciò ci sia da aggiungere anche una minore sicurezza sociale e una carenza delle forze dell'ordine, verso la fine della cosiddetta "età buia"

(VIII-IX sec.), si iniziano a scorgere i primi segni di un periodo florido di invenzioni e caratterizzato da una forte creatività tecnologica.

Il risultato di questo fervido periodo sono state le invenzioni di molti strumenti, utili a ridurre le fatiche del lavoro quotidiano e a favorire il comfort delle masse. Gli ingegneri medioevali hanno raggiunto questi risultati prendendo come eredità gli sviluppi passati prodotti da due diverse fonti: l'antichità classica e le società islamiche/arabe. Non ci si poneva il quesito della provenienza di queste conoscenze, ma era ritenuto sufficiente che funzionassero a dovere.

Un altro fatto rilevante è che le tecnologie sviluppate in questo periodo sono state adottate con una certa diffusione, anche se l'adattamento in alcuni casi richiedeva diversi tentativi per poter essere applicato con successo: l'agricoltura è il settore più colpito da questo problema, in quanto differisce da settori come quello manifatturiero, perché deve adattarsi anche a determinate condizioni ambientali. Ciò nonostante, sono state introdotte con successo, a livello europeo, invenzioni come l'aratro pesante e la rotazione triennale nella coltivazione dei campi.

Tali novità molto spesso sono accompagnate anche da problemi o da necessità per poter funzionare, come nel caso dell'aratro: per poterlo usare è necessario avere degli animali da poter sfruttare e questi ultimi hanno bisogno di cure e cibo. In questo caso, il problema veniva risolto sfruttando con astuzia il nuovo metodo di coltivazione dei campi, permettendo agli animali di pascolare nei campi a maggese: risulta quindi evidente la necessità di creare condizioni adatte per poter sfruttare al meglio determinate innovazioni tecniche.

Un'altra area in cui l'Europa medievale ha compiuto grandi passi è quella dell'utilizzo dell'energia attraverso lo sfruttamento della forza animale, soprattutto la cinetica, data dai mulini ad acqua e a vento. Grazie a quest'ultima invenzione, Lynn White considera la civiltà medievale europea la prima a passare ad una economia basata sull'energia generata da strumenti, emancipandosi quindi dalla necessità dell'utilizzo di schiavi.

Durante il medioevo la culla della cultura e della tecnologia rimane la regione mediterranea, governata per lo più da civiltà islamiche; esse, oltre ad aver sviluppato le conoscenze ereditate dalle società precedenti, sono riuscite ad introdurre invenzioni sviluppate e perfezionate in altri territori, come la carta, nata in Cina.

Il merito di questa importazione di innovazione è dovuto ai contatti commerciali tra le popolazioni di questi territori, le quali riuscivano a mantenere rapporti a lunga distanza con culture anche molto differenti. Bisogna sottolineare però che questi tipi di scambi di conoscenza non sempre avvenivano equamente in entrambe le direzioni, anzi, spesso un interlocutore riceveva di più di quanto aveva offerto. Infatti, nello stesso periodo, le civiltà asiatiche non hanno adottato le tecnologie più comuni ed efficaci che erano diffuse in Europa.

La società islamica, quindi, è riuscita a migliorare idee recuperate dal passato e a diffonderle con successo e allo stesso tempo è riuscita a creare tecnologie originali. L'innovazione, infatti, non richiede necessariamente le invenzioni: prendere in prestito idee, estenderle o adattarle può portare lo stesso ad un surplus di produzione, anche se a lungo andare la capacità di miglioramento tende a diminuire. Proprio quest'ultimo aspetto può essere considerato una delle cause della decadenza della società islamica.

In conclusione, il progresso tecnologico medievale si differenzia da quello classico e moderno: non ci sono state invenzioni grandiose o stravaganti, ma principalmente perfezionamenti di idee precedenti. Ciò ha avuto un maggiore impatto sul settore privato della produzione, permettendo un aumento di materie prime e causando dei miglioramenti a livello economico ed infrastrutturale.

Tutto ciò trasformò l'esistenza quotidiana delle persone ed è definibile come *Schumpeterian growth*.

RINASCIMENTO E OLTRE: 1500-1750

All'inizio del sedicesimo secolo l'Europa non era più la culla della tecnologia come lo era stata nel X secolo e nemmeno un'imitatrice come nel XIII secolo, anzi, il divario con il resto del mondo iniziò ad allargarsi, sebbene il periodo sia stato testimone di poche macroinvenzioni.

Analizzando tale epoca, comunque, si scopre che tra il XVI e la metà del XVIII secolo ci sono state scoperte notevoli le quali però non hanno avuto un impatto economico determinante: se la barca a ruote, la stilografica, il cuscinetto a sfera, la macchina calcolatrice, se tutte queste innovazioni, insieme ad altre, avessero avuto subito una diffusione ed applicazione diffusa, si potrebbe equiparare, a livello inventivo, questo periodo alla Rivoluzione Industriale

Ciò che non ha permesso a queste invenzioni di diffondersi e avere effetti considerevoli furono i limiti nella manodopera e nei materiali a disposizione, elementi vincolanti per rendere pratiche tali innovazioni, rendendo evidente la necessità di considerare diverse variabili affinché una tecnologia possa avere un impatto sulla vita economica e sociale.

Un elemento invece rilevante che inizia a diffondersi in questo periodo è la produzione di diversi manuali di tecnica e ingegneria, che cercano di raccogliere e diffondere le conquiste tecnologiche dell'epoca. Grazie a ciò iniziò a diffondersi una letteratura tecnica, scritta da ingegneri per gli ingegneri, rendendo così la conoscenza comunicabile e accumulabile: alcuni esempi possono essere il "*De Machinis Libri*" di Marianus Jacobus Taccola, che riassume lo stato dell'arte delle macchine tecnologiche di metà quindicesimo secolo, oppure il "*Theatrum Instrumentarum et Machinarum*" di Jacques Besson, opera pubblicata in latino e francese, che nei successivi 35 anni venne tradotta in altre tre lingue e in 7 edizioni, a testimonianza della diffusione e del rispetto crescente a livello europeo per questo tipo di produzione letteraria.

La nascita e diffusione di questo nuovo genere può però trarre in inganno e far credere che la tecnologia descritta in queste opere fosse lo standard dell'epoca. Al contrario, bisogna sottolineare che la realtà dell'epoca era ancora molto distante dall'attuare le migliori pratiche nei lavori agricoli o meccanici, perché il problema era sempre rendere economicamente percorribili le migliori alternative e la soluzione a questi problemi richiedeva ulteriori conoscenze produttive.

Un altro settore rilevante per il periodo e per le epoche successive si rivela essere quello degli orologiai: la manodopera ad alta precisione richiesta e l'uso di ingranaggi e pignoni troverà applicazioni in molti altri campi con un caratteristico e considerabile travaso di conoscenze.

In conclusione, il periodo tra il 1500 e il 1750 è stato caratterizzato da un notevole sviluppo tecnologico ma non altrettanto di rivoluzioni: si assiste all'applicazione della matematica e dell'ingegneria in molte aree, mentre scompare anche la secolare dicotomia tra pensatori e inventori.

Contemporaneamente, a questa spinta evolutiva si contrappongono interessi opposti, atti a fermare il progresso e a mantenere lo *status quo*: ciò si manifesta attraverso la creazione di corporazioni cittadine, le quali cercavano di mantenere la posizione monopolistica che si era creata, anche se messa in discussione dalle innovazioni. Tutto ciò portò a spostare la produzione dal centro delle città alle zone rurali, dando vita ad una competizione economica tra due centri produttivi, con la

campagna che riusciva a mantenere prezzi più bassi. Le conseguenze furono una modifica della morfologia delle città che si vedevano private di fabbriche, delocalizzate fuori dai centri abitati: per favorire la competizione tecnologica, è stato istituito un sistema di brevetti sulle invenzioni, che permettevano ai loro creatori di poterne trarre guadagno e, allo stesso tempo, proteggere gli inventori da possibili imitatori, dando maggior incentivo alla ricerca e sviluppo di nuove idee.

Una delle prime applicazioni di questo sistema di diritti di proprietà dei creatori, è avvenuto nel 1460 a Venezia, quando è stato garantito a due persone il diritto che nessun'altro potesse riprodurre la loro invenzione senza il loro consenso; nel 1474 viene avviato un sistema formale di brevetti.

LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE (1750-1830)

A partire dalla metà del XVIII secolo, l'Europa torna a consolidare la sua superiorità tecnologica rispetto al resto del mondo, mentre gli Imperi orientali tendono a chiudersi e a isolarsi, conoscendo un rallentamento nel loro progresso scientifico. Questo periodo è particolarmente rilevante per l'Occidente, perché nel giro di due secoli la vita delle persone cambierà in maniera più radicale di quanto l'abbia fatto in 7000 anni e l'agente destabilizzante di tale cambiamento è la tecnologia.

Ovviamente la trasformazione non è partita esattamente nell'anno 1750, ma è il risultato di un processo nato precedentemente, che esplose e dà i suoi frutti in questo periodo: la popolazione europea si espande in palese sfida ai vincoli della teoria di Malthus. La qualità della vita era incomparabilmente superiore a quella delle società tradizionali, soprattutto grazie agli effetti del surplus produttivo.

La rivoluzione industriale è solitamente datata tra il 1760 e il 1830 e si considera la Gran Bretagna come la culla però, in realtà, gran parte della nuova tecnologia è il risultato del lavoro fatto in altri paesi europei e successivamente anche negli Stati Uniti. I frutti della rivoluzione sono lenti ad arrivare, i consumi e gli standard di vita sono migliorati di poco inizialmente, ma la tecnologia di produzione è cambiata in molti settori, preparando il terreno ad una crescita di tipo Schumpeteriano nella seconda metà del diciannovesimo secolo, quando le invenzioni si diffusero in settori che non ne avevano ancora subito l'influenza.

Quest'epoca si rivela essere piena di progressi nei più disparati ambiti, tanto che sarebbe errato definirla come l'età del cotone o del vapore, in quanto sarebbe riduttivo, ma in generale può essere definita come l'età dei miglioramenti (McCloskey, cfr. Mokyr).

Durante la rivoluzione industriale, il progresso tecnologico era di solito il risultato dell'unione e dell'accumulo delle fatiche di più individui: un tipico innovatore in quegli anni era incline alla meccanica e alla destrezza, cosciente dei problemi tecnici da risolvere. Gli inventori di successo erano quelli che mettevano insieme tutti i pezzi della soluzione meglio dei colleghi, oppure quelli che risolvevano un ultimo punto di un problema per realizzare una nuova tecnica.

Risulta utile suddividere i cambiamenti tecnici in categorie, dato che i miglioramenti dell'epoca sono avvenuti in campi disparati:

1. Tecnologia dell'energia: il motore a vapore è considerato la quintessenza delle invenzioni della rivoluzione industriale. Poggia le basi sugli studi di Torricelli e Von Guericke sulla pressione e il vuoto, sui prototipi di un pistone mosso dal vapore di Papin e quelli di un motore vero e proprio di Savery, fino ad arrivare alle versioni di Newcomen e, più notoriamente, James Watt. Da questo esempio si può evincere l'importanza di certi individui

che pongono le condizioni per poter arrivare alle grandi invenzioni; per quanto le modifiche apportate da James Watt fossero importanti, il suo lavoro si poggiava sulle spalle di molti altri inventori che lo hanno preceduto: il problema che rimane è quello di attribuire correttamente i meriti a tutti quelli che hanno contribuito.

2. Metallurgia: prima della rivoluzione industriale la metallurgia era un'arte empirica e sperimentale, invece a partire dal diciottesimo secolo si inizia ad avere un approccio più calcolato, si introducono nuovi tipi di fornace e inizia ad essere usato il coke come combustibile.
3. Tessile: ci fu l'introduzione del filatoio, inventato da Lewis Paul, ma solitamente viene accreditata la paternità a Richard Arkwright, il quale lo ha meccanizzato; la versione che più si è diffusa, in realtà, è stata quella di Crompton del 1779. Tutto ciò permise la diffusione del cotone, che diventò un materiale economico, forte e più fine.

Quello che viene da chiedersi è perché tutte queste innovazioni non siano avvenute prima: sebbene non dipendessero da nuove conoscenze scientifiche, gli ingegneri del tempo dovevano trovare la soluzione a diversi problemi, in svariati settori. Quindi, sebbene ci fossero tutte le condizioni per poter effettuare una scoperta, erano necessari egual lavoro e studio affinché si riuscisse a giungere ad un prodotto funzionante. Inoltre, le idee da sole non bastavano, ma serviva anche una certa perseveranza e abilità.

La rivoluzione industriale è molto più della storia di una manciata di illustri inventori, i quali sono solo una piccola percentuale di quelli che hanno contribuito alle scoperte dell'epoca: sotto le "superstar" c'erano centinaia di ingegneri, tecnici, imprenditori e amatori dotati che hanno dato contributi meno spettacolari, ma allo stesso tempo indispensabili al successo di un progetto inconsciamente congiunto e non coordinato, senza contare, per concludere anche coloro che hanno fallito nel processo o sono stati superati dalla concorrenza dei colleghi.

DALLA SECONDA METÀ DEL XIX SECOLO AL XX SECOLO

È molto diffusa l'idea secondo cui, prima della metà del XIX secolo, il progresso tecnologico si è mosso più o meno indipendentemente da quello scientifico. La scienza e gli scienziati non erano totalmente irrilevanti prima, ma non c'era una correlazione costante tra conoscenza scientifica e invenzione. Dopo il 1850, la scienza diventò sempre più importante, una sorta di ancella per la tecnologia.

In questo periodo le scoperte hanno avuto sempre più un legame stretto con l'ampliamento delle conoscenze scientifiche, ma continuarono ad esserci anche casi frutto dell'esperienza e del metodo empirico. In generale, il tipo di cambiamento tecnologico cambiò leggermente rispetto ai periodi precedenti: si adattò e migliorò la divisione del lavoro (da Adam Smith), emerse il sistema delle fabbriche che permise di attuare una produzione più efficiente e si intravvide anche un inizio di produzione di massa. Le aziende riuscirono così a produrre di più riducendo i costi, aumentando i guadagni a dismisura, tanto che gli strumenti economici per misurare questo avanzamento divennero inadeguati: Brian Arthur, nel 1989, ha dimostrato che con questo aumento dei ricavi non era nemmeno necessario che venissero adottate le migliori pratiche in produzione (cfr. Mokyr).

Dopo il 1850, la complessità dei sistemi tecnologici aumentò notevolmente e venne lasciata al libero mercato la capacità di creare un nuovo insieme di norme universali osservate da diversi produttori per coordinare una intricata rete di fornitori, obiettivo raggiunto in molti settori, ma con qualche caso non completamente riuscito: il più rilevante è stato la divisione del mondo in 110 V e

220 V, ma anche la scelta tra guida a destra o sinistra, i binari a scartamento ridotto e largo, e le locomotive elettriche o a gasolio.

Sono stati fatti numerosi passi avanti in settori come quello dell'acciaio, della chimica, dell'elettricità o dei trasporti, ma forse quello che ebbe un maggior impatto a livello economico e sociale è quello dell'introduzione del cosiddetto "Sistema Americano di manifattura", il quale creò prodotti complessi assemblando componenti individuali. La produzione moderna sarebbe impensabile senza l'uso di parti intercambiabili. Il termine *Americano* è ingannevole: l'idea che l'intercambiabilità avesse enormi vantaggi nella produzione e nella manutenzione era venuta agli europei nel diciottesimo secolo, prima ai francesi poi ai britannici, però si può dire che ebbe il maggior successo in America. Il Sistema Americano non consisteva solo nell'uso di parti intercambiabili, ma anche di macchinari specializzati e di alta qualità attraverso una sequenza di operazioni, necessarie alla produzione di articoli il più possibile identici tra loro, richiedendo quindi un livello di accuratezza molto elevato.

IL XX SECOLO COME SPARTIACQUE

La tecnologia nel ventesimo secolo si è sviluppata così rapidamente ed è diventata così complessa che risulta difficile riuscire a riportarne tutti i risultati. È continuata la tendenza verso un approccio più scientifico alla tecnologia, ma non sono scomparse le sue radici come la fortuna, l'ispirazione e la serendipità, elementi che molto probabilmente non scompariranno mai. Il progresso attualmente è molto più efficiente, nel senso che è più difficile finire in vicoli ciechi facendo ricerca, ma permangono ancora delle difficoltà classiche: alcuni dispositivi possono essere fatti funzionare ancor prima di conoscere il perché o il come e altri invece possono essere concepiti a livello teorico, ma non si è ancora in grado di produrli a livello materiale per mancanza di tecniche produttive efficienti.

La differenza tra il XIX e il XX secolo è l'ottimismo tecnologico dell'epoca: nonostante l'immenso progresso tecnologico dell'800, si credeva che la tecnologia fosse limitata e che fosse incapace di sollevare l'uomo dalla povertà. Nel '900, al contrario, si credeva che il progresso fosse senza limiti e che la sua crescita fosse condizionata solo dalla propensione della società. Verso il 1924, il mondo occidentale vide i frutti di uno sviluppo durato svariate decadi, che ha portato ad una crescita economica caratterizzata dai guadagni del commercio, dall'accumulo di capitali e/o di conoscenze tecnologiche, creando così un divario enorme col resto del mondo.

Il progresso tecnologico si è dimostrato in grado di supportare da solo la crescita economica, perché non è andato incontro a rendimenti decrescenti e si può quindi considerare questo tipo di cambiamento come causa di crescita sostenuta, non definibile esattamente come economica, poiché si tratta di un meccanismo che si autoalimenta. L'unico aspetto da non dimenticare, però, è che, oltre a portare ricchezza, il progresso può causare povertà e distruzione, come nel caso della Prima guerra mondiale. Questa catastrofica parentesi storica ha evidenziato i pericoli delle scoperte della rivoluzione industriale: è stata infatti una guerra composta da acciaio, sostanze chimiche e motori a combustione interna.

L'unico interrogativo che rimane, a cui non si può rispondere, è cosa sarebbe successo in Europa se non ci fosse stato uno sviluppo tecnologico ma solo gli altri tipi di crescita economica e se in tal caso le civiltà della regione avrebbero fatto la stessa fine dell'Impero Romano o cinese, condividendo con queste società un destino di decadimento e distruzione.

ANALISI E COMPARAZIONI: CAPIRE IL PROGRESSO TECNOLOGICO

Quello che rimane ancora oscuro è il motivo per cui il cambiamento tecnologico avvenga in alcune società e non in altre: per analizzare il quesito ci si può concentrare sul lato dell'offerta dello sviluppo scientifico e da dove provengono questi "pasti gratis".

Riassumere il tutto con il detto "la necessità è la madre delle invenzioni" non avrebbe senso, sarebbe più corretto affermare, al contrario, che "l'invenzione è la madre delle necessità". La domanda di tecnologia è secondaria alla richiesta di beni e servizi che possono essere prodotti più facilmente grazie al progresso.

Quello che rimane incerto è se la necessità di ciò determina l'intensità dello sforzo e il tasso di successo nell'applicazione di miglioramenti e di conseguenza la creatività tecnologica di una società. Se l'informazione tecnica è vista come un ulteriore input nel processo di produzione, l'aumento nella domanda porterebbe ad un incremento di attività inventiva e quindi di cambiamento tecnologico.

Nel caso fosse vera questa ipotesi, il cambiamento tecnologico sarebbe analogo al lavoro: se la domanda per un bene cresce, aumenta anche la produzione, richiedendo l'assunzione di nuovi lavoratori. La differenza, però, sta nel fatto che, per la maggior parte della storia umana, lo sviluppo scientifico non è avvenuto in laboratori specializzati da parte di ricercatori pagati e finanziati in base alla necessità, ma si è verificato attraverso nuove idee e suggestioni capitate casualmente. Quindi, la domanda può modificare il tasso di nuove idee o indirizzare gli inventori verso qualche necessità, ma non può garantire e determinare se una società sia creativa o meno.

In sintesi, il fattore della domanda non è trascurabile, ma la correlazione tra domanda e offerta nel campo dello sviluppo tecnologico non è simmetrica.

È errato pensare, inoltre, che il reddito possa essere uno dei motivi del cambiamento tecnologico. Infatti, entro il XVIII secolo, l'Europa era già molto più ricca del resto del mondo proprio a causa di un livello di reddito molto superiore alla media mondiale. Si può concludere quindi che sia la tecnologia a determinare la ricchezza di una società e non il contrario, nonostante debbano essere considerate alcune eccezioni.

Quello che è certo è che una innovazione sostenuta richiede ad un insieme di individui di incaricarsi di grossi rischi finanziari, a volte spalmati nel medio/lungo periodo, prima di poter averne un ritorno, senza contare, le fatiche mentali e fisiche a cui sono sottoposti i pionieri. Di conseguenza, l'avversione al rischio e la preferenza di sfruttare il tempo libero in un determinato modo sono caratteristiche di una società da considerare nell'ottica di determinare il tasso di innovazione.

Le invenzioni, di solito, coinvolgono problemi che erano eccessivamente difficili, ma che col senno di poi possono dare un'idea distorta della realtà: i problemi tecnici sembrano invariabilmente più facili *ex post* invece che *ex ante*.

Non c'è nulla di naturale ed inevitabile nel progresso tecnologico, quasi tutte le società ne hanno fatto esperienza, ma nessuna di queste, eccetto l'Occidente, è stata in grado di trasformarlo in un meccanismo sostenuto e quasi autoalimentato di continua espansione. Per ogni inventore di successo, ne esistono centinaia che hanno fallito, i cui sforzi non hanno meno valore di quelli che ce l'hanno fatta: in senso *ex ante*, tutti gli inventori hanno operato nell'incertezza della buona riuscita dei propri progetti, di conseguenza tutti quanti hanno contribuito alla creatività tecnologica.

Esiste un desiderio di stabilità in tutte le società e un sentimento di “se non è rotto, non ripararlo”, da considerare quasi un “arcinemico” del progresso scientifico: in questo caso si può persino parlare di conservativismo tecnologico, ossia la tendenza di adottare certe tecniche solo perché venivano usate in precedenza. Questo problema si verifica soprattutto in gruppi della società che hanno interesse a mantenere lo status quo, anche di fronte ad alternative superiori: questo tipo di logica produce un’inerzia economica che si presenta nella storia della maggior parte delle società e che insieme a tradizioni, usi, costumi e routine hanno generato un ostacolo allo sviluppo.

Il cambiamento tecnologico è un gioco contro la natura, quello che von Neumann e Morgenstern hanno definito “Gioco di Crusoe”. C. S. Lewis ha sottolineato, invece, che “Il potere dell’uomo sulla natura si rivela essere spesso un potere esercitato da alcuni uomini su altri, con la natura come strumento”. Comunque, è la ricchezza, e non il potere, il principale obiettivo della tecnologia non militare.

L’ambiente fisico e sociale è importante nel determinare le azioni degli individui, sebbene non sia il solo responsabile: è possibile mostrare ad un livello aggregato alcuni fattori che possono determinare la propensione di un membro della società a inventare e quali altri elementi favoriscono l’adozione dell’invenzione da parte degli altri. Tali fattori sono:

- ASPETTATIVA DI VITA

Boulding (1983, cfr. Mokyr) asserisce che l’aspettativa di vita è importante nel determinare il progresso tecnologico: le persone che vivono poco hanno un basso incentivo a generare nuova conoscenza. In tempi passati il processo di scoperta consistente in prove ed errori richiedeva infatti molto tempo e l’aspettativa di vita breve dava poco incentivo ad accumulare sufficienti capitali per poter usare tecniche più nuove.

- NUTRIZIONE

La nutrizione influenza la produttività di un individuo: lunghi periodi di digiuno provocano cali di energia e porta le persone a stati letargici, indirizzando il lavoro verso la necessità di uscire da uno stato di indigenza. Inoltre, c’è anche un legame biologico tra nutrizione e benessere fisico: una corretta alimentazione porta a differenze in altezza, maturazione biologica, modifica il processo di invecchiamento e la resistenza alle malattie. Questi sono tutti elementi che possono aver portato a sviluppare una maggior intelligenza *pro capite*, rispetto a società nutrizionalmente povere.

È comunque difficile stabilire una diretta correlazione tra creatività tecnologica e alimentazione, però si può evidenziare che le società con maggiore produzione tecnica siano anche quelle con meno problemi di malnutrizione.

- DISPONIBILITÀ A SOSTENERE I RISCHI

Nel passato, quando le reti di sicurezza sociale erano inesistenti, le conseguenze del fallimento di un tentativo di utilizzare una nuova tecnica potevano essere fatali. Ad esempio, nel caso di un agricoltore che cercasse di utilizzare una nuova tipologia di coltura o tecnica, fallire significava rinunciare ad almeno parte del raccolto e questo poteva portare all’inedia. Un gran numero di importanti inventori è morto nell’oscurità e nella povertà, indicando che i ritorni privati di una invenzione socialmente utile erano bassi *ex post*, nonostante l’impegno fosse stato portato avanti lo stesso, perché gli inventori sovrastimavano i possibili ritorni personali (Nye, 1991, cfr. Mokyr).

- AMBIENTE GEOGRAFICO

L'impatto dell'ambiente sulla produzione tecnologica è argomento di dibattito: come fare a distinguere l'influsso del primo sul secondo? In alcuni casi, però, questa correlazione sembra più evidente: come sottolinea Rosenberg (1976, cfr. Mokyr), la diffusione del mulino ad acqua, che ha cambiato l'economia europea, era permessa solamente dalla morfologia del territorio ed infatti il nord Europa ne ha approfittato, dato il clima favorevole. Regioni invece più aride non avrebbero potuto utilizzare la stessa tecnologia e per questo è stato inventato un sostituto col mulino a vento, anche se quest'ultimo non ha avuto gli stessi effetti della versione ad acqua: in Asia non si è avuto lo stesso impatto che si è visto in Europa e non sono ben chiare le ragioni di ciò.

Due teorie coesistono a riguardo: una considera l'abbondanza di risorse naturali come caratteristica favorevole alla ricerca dell'innovazione, l'altra che la scarsità stimoli la ricerca di sostituti. Nessuno dei due punti di vista, a ben vedere, considera la presenza di risorse naturali come condizione necessaria o sufficiente perché la creatività tecnologica emerga.

- COSTO DEL LAVORO

Habakkuk (1962) ha ipotizzato che stipendi alti e scarsità di lavoro stimolino la creatività tecnologica e che siano le ragioni che hanno spronato lo sviluppo tecnologico nel XIX secolo negli Stati Uniti, diffondendo il Sistema Americano di parti intercambiabili. L'ipotesi è basata sulla falsa percezione secondo cui il progresso tecnologico è prima di tutto un processo di scelta tra alternative equivalenti e che queste scelte dipendano dal fattore prezzi.

Stipendi alti, secondo Habakkuk, spingono verso invenzioni orientate al risparmio di mano d'opera, anche se non ci sono chiare prove sul fatto che la tecnologia vada in questa direzione. Al contrario secondo MacLeod (1988, cfr. Mokyr), analizzando i brevetti del XVIII secolo, i principali obiettivi delle nuove invenzioni sono stati il risparmio di capitale o il miglioramento della qualità dei prodotti. I produttori, infatti, tendono sempre a cercare di ridurre il costo di produzione perché è sempre un peso che grava sui guadagni, a prescindere dal costo di manodopera, anzi, il lavoro a basso prezzo può disincentivare la meccanizzazione della produzione.

- SCIENZA E TECNOLOGIA

Le idee e la conoscenza fornite dalla scienza sono mai state un vincolo per la creazione di nuove tecnologie? Rostow (1975, cfr. Mokyr) considera la rivoluzione scientifica del XVII secolo la cruciale differenza tra occidente e oriente: prima di ciò, "la scienza non insegnava a coloro che avevano accesso o controllo sulle risorse che il mondo fisico poteva essere compreso in maniera da permetterne lo sfruttamento a loro vantaggio". Secondo Pacey (1975, cfr. Mokyr) la rivoluzione scientifica ha insegnato agli ingegneri "il metodo del dettaglio", ossia di analizzare il problema dividendolo in sotto problemi, semplificando così enigmi che sarebbero risultati troppo difficili se presi complessivamente. Il XVIII secolo, secondo Jacob (1988, cfr. Mokyr), introduce il pensiero "meccanico" tra i produttori e mercanti: l'utilizzo di processi fisici controllabili e comprensibili.

Una distinzione netta tra scienza e tecnologia non è semplice da tracciare: Gille (1978 cfr. Mokyr), che ha studiato il nesso tra le due, suggerisce una distinzione basata sullo scopo: la scienza mira alla comprensione, mentre la tecnologia mira all'utilizzo. Musso e Robinson (1969, cfr. Mokyr) hanno mostrato nel loro lavoro che gli inventori e produttori Britannici durante la rivoluzione industriale erano in costante contatto con gli scienziati: gli ingegneri e i meccanici hanno imparato da quest'ultimi una fede razionale nell'ordine dei fenomeni naturali e nei processi fisici, l'importanza di misure accurate e il controllo negli esperimenti. Il metodo

scientifico risulta quindi essere un'ispirazione e una linea guida per il progresso tecnologico, tanto che anche i migliori inventori sentivano sempre più la necessità di collaborare con persone dotate di una educazione sistematica.

- RELIGIONE

La religione si dimostra essere rilevante in quanto, una volta radicate determinate credenze, queste condizionano il modo di pensare degli individui e quindi la capacità di accettare nuove evoluzioni o avanzamenti tecnologici.

- VALORI

Forse l'influenza più pervasiva sulla propensione di una società a sperimentare il progresso tecnologico è la gerarchia dei suoi valori. Gli economisti sono soliti considerare il comportamento umano in termini utilitaristici, valutando l'attaccamento ai beni e i servizi consumati. Oltre a questo elemento, però, esistono un insieme di valutazioni che determinano il relativo prestigio di determinate attività o lavori dentro la società: ad esempio, nella storia, sono state diverse le occupazioni che hanno portato prestigio, partendo ovviamente da quelle che creavano ricchezza (carriera militare, artistica, pedagogica *et cetera*).

Società differenti hanno gerarchie differenti: i Greci tenevano in grande considerazione gli sportivi, i Romani i militari di alto rango. È da notare il fatto che queste società ritenevano il coraggio e la saggezza più importanti della ricchezza

Di conseguenza, se l'attività economica avesse avuto importanza secondaria, ciò avrebbe arrecato danno al progresso tecnologico: l'energia creativa degli individui che spiccavano per erudizione e competenza veniva incanalata in attività non remunerative e la produzione, quindi, veniva lasciata ai non istruiti.

In Europa, in particolare modo a partire dal XVII secolo, è stato adottato un approccio più pragmatico alla conoscenza rispetto alle altre società: nel commercio, in guerra e in politica ciò che era più funzionale veniva preferito all'estetica o alla morale e negli altri casi la scelta veniva compiuta dalla selezione naturale. Questo elemento pragmatico è presente in ogni società, ma la differenza di grado tra le società europee ed extraeuropee non è stata decisiva.

- RESISTENZA ALL'INNOVAZIONE

Sebbene il progresso tecnologico porti per definizione un netto miglioramento all'economia, c'è sempre qualche caso in cui determinati gruppi risentono negativamente di questi sviluppi con conseguente riduzione della ricchezza.

Le reazioni negative al progresso tecnologico possono essere interpretate come un tentativo di preservare le capacità tecniche su cui si è investito in passato, mentre sono messe a rischio dalle nuove.

Le economie preparate a proteggere gli inventori da queste minacce, espressione di interessi individuali contro quelli di una larga maggioranza, hanno maggiori probabilità di avere successo tecnologico. Inoltre, gli inventori e i produttori che percepiscono il rischio di portare innovazioni saranno scoraggiati alla ricerca di nuove tecniche.

- POLITICA E LO STATO

È difficile determinare quale tipo di struttura politica sia più favorevole al progresso tecnologico: un governo forte e centralizzato rende difficili le eventuali rivolte e proteste da

parte dei gruppi che rappresentano i perdenti ma è ugualmente possibile che un governo debole costretto a legiferare contro non sia in grado di far rispettare queste leggi e il tutto sia lasciato al libero mercato. North (1984, cfr. Mokyr) riassume la questione con le seguenti parole: “se vuoi realizzare il potenziale della tecnologia moderna, non puoi farlo con lo stato, ma non puoi nemmeno farlo senza”.

A prima vista sembra che la stabilità politica sia necessaria all'avanzamento della tecnica. Dei cambiamenti radicali, invece, secondo Olson (1982, cfr. Mokyr), possono preparare il terreno ad un progresso economico, eliminando le istituzioni reazionarie usate dai gruppi con interessi nel mantenere lo *status quo*, mentre la stabilità economica ha un ruolo determinante nel permettere la cristallizzazione di eventuali opposizioni.

In una industria monopolistica i produttori cercano di catturare benefici a discapito dei consumatori. Al contrario, in un mercato competitivo, i guadagni dell'innovazione sono passati al consumatore nella forma di prezzi più bassi e vantaggi diffusi.

Il ruolo statale ha un valore ambiguo, in quanto è formato da diversi strati di autorità, raramente coordinati e spesso in conflitto, a tal punto che le normative variamente applicate non sempre hanno l'effetto voluto; talvolta, possono avere anche effetti controproducenti.

Sembra sia possibile, a questo punto, ipotizzare una proporzionalità diretta tra la debolezza di governo e crescenti possibilità di avere un ambiente favorevole all'innovazione. Allo stesso tempo, però, il progresso in alcuni casi è soggetto al fallimento: in un libero mercato è difficile produrre un livello desiderabile di sviluppo.

Si può dire anche che i governi pongano le basi su come comportarsi nei riguardi dei non conformisti: gli inventori sono in larga parte persone non convenzionali, che si ribellano variamente allo *status quo*. Secondo Morison (1966, cfr. Mokyr) inventare qualcosa è un atto ostile, una dislocazione degli schemi esistenti, un modo per disturbare il comfort delle routine borghesi. Per Cipolla (1972, cfr. Mokyr) le qualità che rendono le persone tolleranti influenzano anche il modo di recepire nuove idee e quindi favorire il cambiamento.

Viceversa, a contrapporsi alla tolleranza e al pluralismo, c'è il conformismo: la tendenza degli individui a conformarsi alle norme sociali e forzare anche gli altri in questo percorso di omologazione. Questo fenomeno può essere spiegato in due modi: imitare le pratiche del passato rende più facile l'apprendimento. Inoltre, tale atteggiamento permette di essere accettati e inseriti più semplicemente nella società. La selezione naturale può essere la causa della nascita del conformismo, in quanto chi non si adattava alle tecniche di raccolta del cibo aveva più probabilità di soffrire l'indigenza e, al limite, morire d'inedia.

Si può concludere, citando Cyril Smith (1984, cfr. Mokyr), che “ogni invenzione è nata in una società non congeniale, con pochi amici e molti nemici e solo la più forte e fortunata sopravvive”.

- GUERRA

Un importante settore in cui si presenta un travaso di tecnologia tra civile e militare è quello della guerra. Quest'ultima è sempre stata impregnata di tecnologia ed è uno dei campi dove ci si è concentrati di più nella ricerca e sviluppo, con una correlazione positiva tra sforzi militari e successi della tecnica.

L'idea comune è che in tempi di pace la tecnologia militare procuri benefici sostanziali nel campo della produzione e dei servizi, divenendo così un agente del progresso, ma questa

correlazione non è facilmente determinabile: alcuni effetti *spillover* sono innegabili, ma non è così in tutti i casi. Van Crefeld (1989, cfr. Mokyr) spiega che l'ambiente militare è molto rigido e la sua gerarchia plasma il modo di pensare, riducendo i margini di flessibilità e tolleranza per gli innovatori; allo stesso tempo si rivela essere tendenzialmente un campo fertile per ricercare e sviluppare idee verso cui il settore civile si mostra esitante.

Sebbene l'esercito possa essere considerato in alcuni casi un utile strumento per concentrare la ricerca, le armi il più delle volte hanno preso a prestito tecnologia civile, piuttosto che esserne fonte di ispirazione. In generale, le tecnologie (civile e militare) tendono ad essere alimentate dalla stessa fonte di creatività tecnologica.

- APERTURA ALLE NUOVE INFORMAZIONI

Oltre allo stato naturale delle cose, ci possono essere ulteriori fattori che condizionano l'evoluzione e che possono essere raggruppati sotto la definizione di "apertura alle nuove informazioni". Come già visto, storicamente, non tutte le società sono riuscite a sfruttare l'esposizione a determinate conoscenze, mentre altre sono riuscite a copiare e in seguito a superare idee preesistenti.

A questo proposito, l'esempio più evidente è quello dell'Europa che è riuscita a sfruttare le conoscenze sviluppate dagli Arabi e dai Cinesi, riuscendo così a ricucire il *divario* che si era formato, gettando le basi per uno sviluppo costante. Viceversa, tendenzialmente le altre società non hanno assorbito e sfruttato le conoscenze europee.

Landes (1969, cfr. Mokyr) ha affermato: "bravi innovatori sono bravi imitatori".

In ultima analisi, però, i bravi innovatori e imitatori sono prodotti da una società in cui i valori materiali e pratici sono molto apprezzati: se qualcosa funziona, non importa da dove sia arrivato. L'idea alla base era di trovare qualcosa che potesse essere utile e/o portasse ricchezza: tale fu infatti l'approccio europeo, ad esempio nel caso dei gesuiti che viaggiavano in Cina, a cui veniva chiesto fundamentalmente di riuscire a importare le invenzioni cinesi notevoli.

Ugualmente importante per gli europei era imparare tra di loro; infatti, le invenzioni nate in Europa tendono a diffondersi in tutta l'area. Per questo motivo è rilevante la comunicazione tra società, per riuscire a condividere esperienze e conoscenze: inizialmente era il Latino che svolgeva il ruolo di lingua franca, per poi passare al Francese.

Il fattore linguistico non è però il solo fattore, poiché è doveroso considerare anche la rete di commerci e i flussi di persone: per poter condividere e comunicare bisogna avere una base comune. Per questo sono necessari anche un insieme di standard di verificabilità e applicabilità, derivanti dal patrimonio epistemologico. In questo modo, i risultati ottenuti da uno scienziato o da un ingegnere possono essere accettati dal resto della società.

- FATTORI DEMOGRAFICI

La dimensione della popolazione determina i possibili candidati inventori: tanto è maggiore, quanto più implica una divisione del lavoro superiore e quindi una maggiore specializzazione.

Una teoria originale che connette la popolazione, l'ambiente circostante e il tasso di cambiamento tecnologico è stata proposta da Wilkinson (1973 cfr. Mokyr): questa teoria, basata prevalentemente su evidenze antropologiche, afferma che il progresso tecnologico avviene quando l'equilibrio ecologico tra popolazione e risorse viene disturbato.

Ciò significa che, quando la popolazione cresce, la società cerca di trovare e sviluppare nuove tecniche per aumentare la resa dell'ambiente: nuove fonti di energia, per esempio, sono necessarie per rispondere a crescenti situazioni di sussistenza. Secondo la visione di Wilkinson, la rivoluzione industriale britannica è stata la conseguenza della carenza di risorse, a sua volta dovuta ad un aumento di popolazione: questa teoria, nonostante non porti ad isolare evidenze storiche pertinenti al caso esaminato in questo elaborato, risulta interessante e degna perlomeno di una menzione.

LA CALIFORNIA

Joel Mokyr nella sua opera “The Lever of Reaches” analizza la relazione tra ricchezza e sviluppo tecnologico fino ai primi anni del XX secolo, concentrandosi in particolare sulle nazioni europee, lasciando così un grande lasso di tempo inesplorato.

Il XX e XXI secolo sono teatro di enormi rivoluzioni sia in campo economico che tecnologico, capaci di sovvertire anche gli ordini di potere tra le nazioni a livello globale, spostando così il baricentro globale dall'Europa agli Stati Uniti, repubblica federale che col tempo si è resa protagonista di questo cambiamento. Un caso la cui analisi appare doverosa è quello della California.

La California è uno Stato che si affaccia sull'Oceano Pacifico, ha quasi 39.2 milioni di residenti spalmati su un'area di 424 000 km², risultando il più popoloso tra quelli che compongono gli Stati Uniti, e il terzo per estensione; è anche il 34esimo paese al mondo per popolazione, con un prodotto interno lordo pro capite di 3,4 trilioni di dollari (2022), rendendo la sua economia la più grande tra gli Stati Uniti e, se venisse considerato come uno stato indipendente, sarebbe la quinta economia al mondo.

Tutti questi dati hanno lo scopo di sottolineare la rilevanza che ha questo Stato al giorno d'oggi, non solo all'interno degli USA ma anche a livello globale, poiché invenzioni e scoperte fatte qui, sono poi riuscite a diffondersi a livello globale, modificando le abitudini delle persone in ogni angolo della terra.

Risulta quindi evidente la correlazione tra aziende nate qui come Apple, Google, Oracle, HP, e il conseguente impatto sull'economia nazionale e locale: le conseguenze principali sono state infatti un'economia in crescita costante e una piena occupazione, divenendo così per molte persone la regione ideale in cui andare a lavorare. Nel territorio si trovano anche le sedi di Università rinomate, come Stanford e il Caltech, creando così un connubio tra ricerca e mondo lavorativo, facilitando la nascita di nuove idee e la loro implementazione.

Quello che viene da chiedersi quindi è come sia stato possibile che uno stato nato relativamente in tempi recenti, grazie a migranti in cerca di lavoro e fortuna, sia divenuto il teatro di alcune delle principali innovazioni del XX e XXI secolo.

STORIA

La California, in origine abitata da tribù di nativi americani, è stata scoperta dagli esploratori europei nel XVI secolo. Successivamente, nel 1769 dei missionari spagnoli stabilirono i primi insediamenti europei permanenti nello stato e divenne una colonia spagnola. Poi, durante la guerra d'indipendenza messicana (1810-1821), diventa territorio del Messico, per poi andare sotto il controllo americano nella guerra tra i due stati (1846) e diventare un membro degli Stati Uniti.

La scoperta dell'oro è avvenuta nel 1848, portando un massiccio flusso di migranti che si trasferivano in California alla ricerca di fortuna e lavoro: così, nel 1850, nacque lo stato della California.

Durante il resto del XIX secolo, lo stato ha continuato a crescere rapidamente e svilupparsi, grazie alla corsa all'oro, all'agricoltura e all'industrializzazione. Rilevante risulta essere anche il settore petrolifero che esplose nel XX secolo: la California diventa col tempo uno tra i principali produttori di greggio.

Già nei primi anni del '900 la zona della Baia di San Francisco diviene uno dei principali centri di sviluppo elettronico e industriale degli Stati Uniti (Frederick Terman, 1967 cfr. Sturgeon), naturale evoluzione per una regione che è sempre stata pioniera nel settore radio: uno dei primi esempi di questo tipo di progresso è la comunicazione radio nave-costa nel 1899, utilizzata per comunicare il ritorno delle truppe dalla guerra con le Filippine. Nel 1909 inizia a trasmettere la prima stazione radio degli Stati Uniti a San Jose, con una programmazione regolare, anche se le ricetrasmittenti non si diffusero prima del 1920.

Nello stesso periodo venne fondata la Federal Telegraph Company, società di comunicazione e produzione, che svolse un ruolo chiave nella diffusione e sviluppo delle comunicazioni radio. Si può considerare quindi il 1910 come l'anno che vede fare i primi passi dell'industria radio, nata in competizione con le trasmissioni via cavo: avvennero infatti le prime applicazioni nelle comunicazioni tra navi, non trovando le difficoltà date tanto dall'ambiente naturale quanto causate dagli ostacoli posti dalle lobby delle comunicazioni via cavo, che avevano fatto ingenti investimenti nella posa di cavi sottomarini. Uno dei numerosi attori protagonisti nell'adottare pionieristicamente queste novità fu la Marina degli Stati Uniti.

Quest'ultima risulta essere finanziatrice dello sviluppo della tecnologia, acquistando equipaggiamenti da diverse società del settore, richiedendo anche tecnologie al di sopra di quelle disponibili, spingendo quindi la ricerca verso quella direzione. Un elemento importante da sottolineare a questo proposito è che la Marina cercava di premiare le società americane, sebbene al tempo i migliori produttori fossero inglesi (Marconi) e tedeschi (Telefunken), dando ulteriore stimolo alle industrie locali.

Un'altra invenzione rilevante è quella della televisione: Farnsworth, nato nello Utah, decise di trasferirsi a San Francisco poiché gli era stato riferito che in California c'erano molti banchieri disposti a investire nella ricerca di nuove tecnologie, trovando in William Crocker questa figura. Riuscì così, grazie anche alla collaborazione di altre aziende (RCA) e ricercatori (Vladimir Zworykin), a presentare un prodotto pronto alla commercializzazione nel 1931.

In questo periodo (1930-1940) iniziarono ad essere di grande importanza le banche, in quanto si resero disponibili ad investire in aziende molto giovani: un esempio *ad hoc* è sicuramente la First National Bank di San Francisco, acquisita successivamente dalla Wells Fargo Bank, in cui lavoravano consulenti con grande esperienza nell'aiutare aziende appena nate in difficoltà. Tale propensione al rischio è ciò che permette di avanzare nella ricerca, perché si può perdere l'investimento, ma anche guadagnare molto in caso di successo, sia a livello economico che tecnologico.

Tra tutte le regioni della California, però, ce n'è una che si distingue da tutte le altre per il contributo economico, tecnologico e innovativo, ossia la Silicon Valley. Questa denominazione deriva esattamente dalla grandissima presenza di innovatori e produttori specializzati in transistor e circuiti integrati a base di silicio: la popolarizzazione del nome è accreditata a Don Hoefler che l'ha utilizzato per un articolo sulla rivista "Electronic News" nel 1971.

La "Valle del Silicio" deve la sua nascita all'intersezione di diversi fattori che includono un centro di ricerca specializzato, la presenza di molti *venture capitals* e la presenza costante del Dipartimento della Difesa americano: quest'ultimo aveva inizialmente interessi legati alla Marina e

alle comunicazioni via radio, ma col tempo e con l'instaurarsi di diverse basi aeree, si espanse nel settore aeronautico fino alla fondazione della NASA, con l'obiettivo di prendere parte alla "gara" verso lo spazio contro la Russia, in seguito al lancio del satellite Sputnik.

In questo contesto, storicamente, un ruolo centrale nell'ambito della ricerca è stato attribuito all'Università di Stanford, la quale grazie ai suoi affiliati e laureati è stata di primaria importanza nello sviluppo dell'area: è grazie a Frederick Terman (decano del dipartimento di ingegneria dal 1956) che si deve la creazione di molte start-up nate da studenti ed ex-studenti. Terman, infatti, ha instaurato una tradizione che porta gli studenti dell'università a fondare una compagnia una volta conclusi gli studi. Di conseguenza, questa istituzione portò a sfornare non solo dei grandi ingegneri e scienziati, ma anche degli imprenditori, molte volte di successo: alcuni esempi notevoli sono le società Hewlett-Packard, Varian Associates, Eastman Kodak e Lockheed Corporation.

A partire dal 1956, grazie all'invenzione del transistor (Shockley, Bardeen; Brattain), si diede inizio all'ascesa del silicio con l'apertura del Shockley Semiconductor Laboratory a Palo Alto. L'anno successivo, alcuni dipendenti della compagnia, in seguito a dissidi con il fondatore, si licenziarono per fondare la Fairchild Semiconductor, altra società molto rilevante del settore negli anni a venire: tra i primi dipendenti appare doveroso citare Robert Noyce e Gordon Moore, futuri fondatori della Intel.

Negli anni successivi continuarono ad esserci avanzamenti tecnici nella produzione di transistor che portarono all'invenzione dei MOSFET, grazie ai Bell Labs, fino ad arrivare alla produzione di circuiti integrati molto più complessi e così giungere alla creazione dei primi microprocessori.

Degna di nota è l'invenzione del primo microprocessore a singolo chip, ossia l'Intel 4004, disegnato e realizzato da Federico Faggin (insieme a Hoff, Shima e Mazor) nel 1971 per Intel. L'ingegnere italiano, originario di Vicenza, è un esempio eloquente per esplicitare uno dei motivi fondamentali per cui la Silicon Valley ha avuto e continua ad avere successo: essa rappresenta un paradiso lavorativo e inventivo per un certo gruppo di ricercatori e studiosi, portandoli a trasferirsi tutti nello stesso luogo, creando un'altissima concentrazione di cervelli di pregio.

Il 23 aprile 1963, J.C.R. Licklider, uno dei direttori del centro di ricerca ARPA, estensione del Pentagono, pubblicò un memorandum riguardante la sua visione su una rete di computer collegati tra di loro, immaginando un mezzo di comunicazione a due vie da utilizzare tra i vari enti del governo, le istituzioni, le corporazioni e gli individui. Così Licklider, tra il 1962 e il 1964, pose le basi di una delle più grandi invenzioni della tecnologia dell'informazione: nel 1969, l'università di Stanford gestiva uno dei 4 nodi originali di ARPANET, il predecessore di internet.

Verso i primi anni '70, nell'area erano presenti molte società di semiconduttori, compagnie di computer e aziende di programmazione software, fenomeno facilitato dagli ampi territori disponibili e dal basso costo degli spazi industriali.

Questo processo risultò alimentato dalla nascita di fondi di *venture capitals*, tra cui Kleiner Perkins e Sequoia Capital nel 1972, due tra le più rilevanti società di ventura (distribuite lungo la Sand Hill Road), le quali hanno finanziato l'avvio di colossi come Apple, Google, Amazon, Cisco e molte altre.

A partire dagli anni '80, la Silicon Valley divenne la patria della più grande concentrazione di aziende di venture capital al mondo.

Col passare del tempo, l'industria dei semiconduttori venne affiancata da quella del software: in seguito all'invenzione del mouse da parte di Engelbart, iniziarono a diffondersi le interfacce grafiche nei computer, permettendo di ampliare le possibilità di utilizzo di tale strumento, quando

prima si era limitati all'uso di interfacce di testo. Tutto ciò creò le condizioni per la fondazione di società come Adobe e permise ad altre già esistenti (da ricordare perlomeno Apple) di sviluppare un corredo di software che sfruttassero le novità grafiche.

L'ultimo punto di svolta del progresso tecnologico californiano risulta l'avvento di Internet: sebbene si accrediti Tim Berners-Lee come l'inventore del World Wide Web, è solo grazie a società americane, concentrate in particolare nella Silicon Valley, se possiamo veder oggi un uso commerciale del mezzo, inizialmente pensato principalmente per condividere file all'interno della rete del CERN.

Grazie ad internet, alcune società vengono favorite nello sviluppo di sistemi di telecomunicazioni (ad esempio CISCO), ma ne vengono create anche di nuove, completamente orientate al web, come Amazon ed eBay, instaurando un nuovo dominio tecnologico sul resto del mondo, sempre a partire dallo stato della California.

ANALISI

Per quale motivo gli sviluppi tecnologici del XX secolo hanno avuto una concentrazione così alta nella California? Quali sono le condizioni che hanno favorito il lavoro di inventori, tecnici, ingegneri alla creazione di strumenti che hanno trasformato la vita delle persone in tutto il mondo? Col tempo, molti studiosi e storici hanno provato a trovare delle risposte a queste domande, anche se possono essere considerate solo delle ipotesi, poiché le variabili in gioco sono moltissime e provare le teorie risulta impossibile.

Saxenian (1989, cfr. Sturgeon) argomenta che l'alta mobilità degli ingegneri all'interno della Silicon Valley, insieme ad una socialità estesa e uno scambio di informazioni costante, hanno portato ad uno straordinario livello di cooperazione tra le ditte della valle, indiscutibilmente superiore ad altre situazioni create nel resto degli Stati Uniti.

Un esempio di ciò, avvenuto negli anni '40, è stato riportato da Terman nel 1978: in seguito all'incendio del laboratorio di Charles Litton, Dave Packard, della Hewlett-Packard, venuto a conoscenza di ciò, mise a disposizione le sue attrezzature del suo collega ingegnere.

Questo approccio continuò ad essere utilizzato anche negli anni successivi, nella cosiddetta "epoca del silicio": Saxenian (1989 cfr. Sturgeon) racconta che i tecnici di fabbriche diverse erano soliti collaborare e, in caso di problemi con un macchinario, i concorrenti erano disponibili a condividere l'attrezzatura. Questo accadeva senza nessun contratto firmato o qualsiasi altro documento legale che regolamentasse od obbligasse a tali azioni: si era diffusa una collaborazione tra colleghi di settore come quella che c'è tra vicini di casa quando si chiede in prestito una tazza di zucchero. Questa differenza di approccio, tra l'Est e l'Ovest della costa, era già presente prima della Seconda Guerra Mondiale, elemento sottolineato da Frederick Terman (1978, cfr. Sturgeon).

Storper e Walker (1989), Scott e Storper (1987) e Henderson e Scott (1987) [cfr. Sturgeon] hanno cercato di generalizzare i modelli di sviluppo per l'industria basata su nuove tecnologie: secondo questi autori, quando vengono poste nuove basi tecnologiche per una nuova industria, la produzione si manifesta spesso lontano dai vecchi centri industriali. Ciò accade perché gli input richiesti, specialmente di lavoro specializzato, sono di un nuovo tipo e creano una finestra di nuove opportunità in una nuova zona, creando un cambiamento "macroregionale" nelle località della nuova industria.

In questo modo, nei nuovi centri industriali si sviluppano nuove aziende con collegamenti tra di loro, facilitando l'interscambio di informazioni, l'accumulo di informazioni e lo sviluppo di nuove idee. Questo atteggiamento non favorisce solo l'avanzamento tecnologico, ma anche l'economia locale del lavoro, creando un centro che attira nuovi lavoratori e spinge a creare centri di formazione culturali (come le università) ma anche finanziari, situati costantemente nelle vicinanze di distretti industriali, dando così la scintilla ad un processo che si autoalimenta.

Un'altra teoria adatta a spiegare i successi dell'elettronica nella Baia di San Francisco è data da Philippe Aydalot, con il concetto di *milieu* innovativo, ossia ambiente innovativo. Lo studioso francese definisce tre tipi di organizzazione che favoriscono l'attività innovativa:

- 1) l'innovazione *in-house* dentro le grandi ditte;
- 2) la rivitalizzazione di attività innovative in un vecchio centro industriale con l'introduzione di nuove tecnologie;
- 3) l'applicazione di nuove tecnologie a nuovi prodotti direttamente da parte di ricercatori-imprenditori.

Il terzo modo è quello considerato più efficace.

Inoltre, Aydalot sottolinea l'importanza del contesto geografico per l'innovazione.

Anderson e Strömquist (1988, cfr. Sturgeon) spingono oltre la concezione di Aydalot del *milieu* innovativo, affermando che le aree ricche di conoscenze e competenze fondamentali, si trovano nella condizione di diffondere rapidamente informazioni sia all'interno che all'esterno della regione, caratterizzata dalla presenza di una ampia gamma di piccole organizzazioni, tendono a propagarsi velocemente.

In questo modo, una determinata area cresce capillarmente, creando una tendenza ad emergere attraverso "un processo di sinergia dinamica", soprattutto in momenti storici in cui c'è un alto grado di incertezza riguardo il futuro degli sviluppi tecnico e scientifico.

Johansson e Westin (1987, cfr. Sturgeon) legano quest'idea al lavoro del geografo James Vance (1970, cfr. Sturgeon), che sostiene che le industrie innovative tendono a concentrarsi in città *entrepôt* che si fanno da *liaison* tra il mondo sviluppato e la frontiera. In questi centri urbani vengono realizzati nuovi prodotti, che hanno l'obiettivo di sostituire i loro omologhi importati, i quali potrebbero non essere adatti alle condizioni della frontiera (Hall, 1990, cfr. Sturgeon).

Senza dubbio, i criteri sopra descritti si adattano plasticamente allo sviluppo dell'elettronica nella baia di San Francisco. Nella letteratura popolare, la Silicon Valley è stata definita "la nuova Atene" (Malone, 1984, cfr. Sturgeon), i cui ingegneri di semiconduttori sono "nuovi alchimisti" presieduti da una "gerarchia del silicio" di imprenditori elettronici (Hanson, 1982, cfr. Sturgeon).

L'isolamento geografico della baia di San Francisco dall'Est, caratterizzato da una peculiare miscela di abbondanza e carenza di risorse, ha avuto un impatto sulle tecnologie sviluppate e sull'organizzazione delle industrie specializzate in tali settori.

La regione era allo stesso tempo una frontiera e un centro industriale in piena espansione, invaso dal capitale finanziario. Il suo ruolo come *gateway* dell'Ovest e successivamente del bacino del Pacifico ha dato un enorme impulso alle attività manifatturiere autoctone. Inoltre, l'iniziale impulso di industrializzazione della baia di San Francisco si è concentrato in un periodo di fermento tecnologico internazionale in disparati campi, come l'energia elettrica e la radio. A posteriori, tali

tecnologie si sarebbero rivelate fondamentali per superare i problemi di isolamento geografico e carenza di risorse, caratteristici della regione presa in analisi.

CONCLUSIONI

È importante raccontare la storia degli inizi della Silicon Valley in modo corretto. Le ombre di Frederick Terman e William Shockley sono molto grandi, non solo nella Silicon Valley, dove hanno posti d'onore come padri fondatori della regione, ma in innumerevoli altre regioni in tutto il mondo che cercano di emularne il successo.

Gli schemi di sviluppo includono l'incubazione di tecnologie *sunrise* (seguendo William Shockley), e/o l'incentivazione della cooperazione tra università e industria in iniziative commerciali "ad alta tecnologia" (basandosi su Frederick Terman), e/o la fornitura di parchi industriali "ad alta tecnologia" (seguendo il modello del parco industriale di Stanford).

Questi modelli di sviluppo hanno avuto un successo molto limitato (Mackali, 1981; Taylor, 1983; Saxenian, 1988, cfr. Sturgeon), ma continuano ad assorbire le risorse di agenzie di pianificazione e istituti educativi distribuiti in territori eterogenei e disparati.

La Silicon Valley conserva i suoi milionari, il suo retaggio di *boom-bust*, di cowboy imprenditoriale, il suo record di urbanizzazione sorprendente, la sua aria e le sue acque sotterranee inquinate, i suoi ingorghi di traffico quotidiani e la sua reputazione come focolare di invenzioni che hanno trasformato il modo in cui gli esseri umani si relazionano con la natura e con gli altri.

Ciò che resta incompreso è la possibilità che ogni luogo possa essere come la Silicon Valley. Il fatto che l'elettronica nella Baia sia iniziata all'inizio del XIX secolo distrugge l'idea che con la pianificazione, gli investimenti e la fortuna, l'industrializzazione e l'urbanizzazione caratteristiche della Silicon Valley possano essere indotte in altre aree. Risulta a questo punto doveroso esplicitare che le caratteristiche dello sviluppo economico e sociale in California durante la fine del XIX e l'inizio del XX secolo erano uniche. La Silicon Valley è cresciuta in un contesto storicamente e geograficamente specifico, che non può essere ricreato.

In questo contesto, una lezione per i pianificatori e gli sviluppatori economici potrebbe consistere nella necessità di prendere in considerazione una traiettoria di sviluppo a lungo periodo: una valutazione delle competenze locali e delle tradizioni manifatturiere è chiaramente un importante primo passo verso qualsiasi sforzo di sviluppo economico. La Silicon Valley è stata la regione che cresceva più rapidamente negli Stati Uniti durante gli inizi degli anni '80. Tale *exploit*, però, risulta essere il frutto di una geografia e di una peculiare cultura imprenditoriale più che soltanto, freddamente, di alcune invenzioni o scoperte.

Tale esplosione deve essersi basata su una lunga storia di sviluppo industriale e innovazione nella più ampia area della Baia di San Francisco.

Considerate singolarmente, le storie degli inizi dell'industria elettronica nella Baia di San Francisco hanno poca importanza, ma quando vengono analizzate nel loro complesso, con tutti collegamenti tra di loro, emerge un quadro di sviluppo storico e regionale davvero sorprendente.

Al contrario, alla luce della lunga e fertile storia dell'elettronica sulla costa occidentale, l'immagine della produzione di elettronica sulla costa orientale prima della Seconda guerra mondiale, con l'eccezione della Route 128 (soprattutto l'area di Boston) diventa meno importante.

C'è stato il passaggio da un centro di leadership industriale in America Fordista a una concentrazione di gigantesche aziende che vendono prodotti ad alta tecnologia in alti volumi, più interessate a mantenere i mercati monopolistici (che erano stati loro permessi dal governo dopo la Prima guerra mondiale), che a far avanzare l'arte dell'elettronica.

Invenzioni precoci come il ripetitore telefonico, il sintonizzatore a singolo disco e il tornio per soffiare il vetro sono state altrettanto importanti per la crescita dell'industria elettronica nascente quanto lo sono stati il circuito integrato, il microprocessore e il microcomputer per l'industria di oggi. Inoltre, quando queste storie poco note dell'elettronica della costa occidentale vengono aggiunte ad aneddoti più famosi, come lo sviluppo del clistron (tubo radar) a Stanford, l'invenzione dell'interfaccia utente grafica a Xerox PARC a Palo Alto, l'invenzione del computer networking da parte di 3Com a Sunnyvale, l'invenzione del disco rigido da parte di IBM a San Jose e lo sviluppo del primo personal computer commercialmente di successo da parte di Apple Computer a Los Altos, in conclusione, ciò che emerge è una linea di discendenza continua di innovazione che trova origine nella prima rivoluzione industriale e, con tappe alterne ma costanti e isolabili, persiste ed è destinata a proseguire.

BIBLIOGRAFIA

Mokyr J., *The lever of riches*, Oxford University Press, New York, 1990

Costa F., *California*, Mondadori, Milano, 2022

SITOGRAFIA

Sturgeon J.T., *Origins of Silicon Valley: the Development of Electronic Industry in The San Francisco Bay Area*, http://www.shapingsf-wiki.org/index.php?title=Origins_Of_Silicon_Valley:_The_Development_of_the_Electronics_Industry_in_the_San_Francisco_Bay_Area (consultazione 15/12/2022); istanza salvata su Wayback Machine: https://web.archive.org/web/20230102182520/http://www.shapingsf-wiki.org/index.php?title=Origins_Of_Silicon_Valley:_The_Development_of_the_Electronics_Industry_in_the_San_Francisco_Bay_Area

California (voce Wikipedia.en) <https://en.wikipedia.org/wiki/California> (consultazione 20/12/2022); istanza salvata su Wayback Machine: <https://web.archive.org/web/20230102184011/https://en.wikipedia.org/wiki/California>