Capitolo 1

La meccanica del progresso

> Se un barone rubava dei cavalli a un vicino, sarebbe stato più sicuro di ingrossare le fila della sua cavalleria che non se avesse cercato di scoprire metodi migliori di allevamento, una conoscenza che avrebbe potuto aiutare i suoi nemici più di quanto avrebbe avvantaggiato il suo scopritore.
>
> – William J. Baumol e Robert J. Storm, 2010

Le posizioni in merito a progresso tecnologico e sviluppo economico spesso si dispongono in due campi distinti che conosciamo bene, eco intellettuale di una Guerra fredda che è alle nostre spalle da oltre trent'anni. O esaltano i sistemi decentralizzati, in cui piccole aziende sperimentano e crescono con poca interferenza da parte del governo, oppure glorificano i sistemi burocratici centralizzati, in cui stati forti dirigono l'economia con una politica industriale razionale. Queste argomentazioni sono inevitabilmente fallaci, perché assumono erroneamente che la forma ottimale di *governance* economica sia invariante nel tempo e nello spazio. Io sostengo, invece, che ciascuno di questi due tipi ideali ha la propria nicchia ecologica; in altre parole, i due tipi sono adatti ad ambienti diversi.

Detto in parole semplici, una gestione burocratica centralizzata è più vantaggiosa per *sfruttare* i frutti tecnologici "dei rami più bassi" e per guidare una rimonta tecnologica, mentre i sistemi decentralizzati sono più adeguati per *esplorare* nuove traiettorie tecnologiche, che è l'unico modo per fare passi avanti quando si raggiunge la frontiera tecnologica. Con il tempo, un sistema che era ottimale in una fase di sviluppo si dimostrerà, quasi inevitabilmente, inadatto per ciò che viene dopo. Quando succede, deve adattarsi o perire. Questo significa anche che le fonti principali di stagnazione che minacciano il progresso appariranno molto diverse, a seconda della forma di governance e della fase di sviluppo. I capitoli successivi mostreranno come queste

idee possano aiutarci a comprendere l'ascesa e la caduta di società diverse nell'arco degli ultimi due millenni, ma in questo capitolo iniziale spero di mostrare come sorgano in modo naturale da quello che sappiamo dei vari fattori che guidano il progresso tecnologico.

Proibire l'innovazione

Il 17 gennaio 1920 il Volstead Act segnò l'inizio del proibizionismo negli Stati Uniti. Nei ricordi storici, il movimento per la proibizione delle bevande alcoliche è associato in modo particolare a gruppi femminili e a confessioni protestanti, ma fra i suoi sostenitori più ferventi c'era un'altra setta, forse più sorprendente: gli economisti. Uno dei più accesi era Irving Fisher, studioso di primo piano e già presidente della American Economic Association (AEA). Quando Fisher, durante il convegno annuale dell'AEA del 1927, organizzò una tavola rotonda per discutere dell'argomento, non riuscì a trovare neanche un economista che sostenesse l'opinione contraria. Tutti i presenti erano d'accordo: l'alcol era dannoso, non solo per la salute, ma anche per l'efficienza economica. Come sostenne uno dei partecipanti alla sessione,

> Oltre al tempo perduto, c'era la perdita di efficienza operativa quando il lavoratore tornava al lavoro, anche se era in grado di tornare regolarmente al suo posto senza assentarsi effettivamente. Esiste inoltre una grande quantità di dati inequivocabili che gli incidenti a uomini e materiali a causa di nervi e muscoli malfermi avevano raggiunto un totale altissimo rispetto a oggi. L'alcol è nemico della salute e delle capacità lavorative. A questo va aggiunto il fatto che migliaia di lavoratori sono stati effettivamente licenziati, per l'aumento delle assenze e la minore efficienza, il che ha comportato una grande perdita nell'aggregato industriale. (Fisher, 1927)

Nell'era della produzione di massa, una tale perdita di efficienza poteva essere deleteria. La sopravvivenza di quasi qualsiasi impresa manifatturiera dipendeva dalla sua capacità di sfornare più beni a costi minori e a un ritmo sempre più rapido. L'alcol rallentava gli operai e rendeva più probabili errori costosi. I partecipanti al convegno dell'AEA però erano dalla parte sbagliata della storia. Tutto quello che ottenne il Volstead Act fu di rendere il consumo di alcolici parte dell'economia sommersa e di fare di Al Capone uno degli uomini più ricchi d'America. Quando la domanda di alcolici illegali schizzò alle

stelle, guadagnarono popolarità i cocktail, per nascondere con succhi, erbe e dolcificanti il gusto amaro del gin fatto in casa[1].

Un po' come è avvenuto durante la pandemia da Covid-19, i poveri, ammassati in piccoli appartamenti, dovettero attraversare le maggiori difficoltà. Per i ricchi, invece, i "ruggenti anni Venti" furono forse il periodo di maggiore e più appariscente consumo nella storia americana, come è stato descritto ne *Il grande Gatsby* di Francis Scott Fitzgerald. Anche prima del proibizionismo, le classi superiori ammassavano comunemente alcolici legali per il consumo domestico. Il presidente Woodrow Wilson, per esempio, trasferì la sua cantina di bevande alcoliche nella propria residenza privata a Washington, al termine del suo mandato, mentre il suo successore, Warren G. Harding, portò alla Casa Bianca la propria abbondante scorta. La scomparsa del *saloon*, inoltre, scompaginò la vita quotidiana e le reti sociali delle persone comuni. Confinando l'abitudine di bere nell'ombra delle case private, il proibizionismo avrebbe avuto conseguenze di grande portata per l'avanzamento dell'industria.

Il saloon aveva una lunga tradizione sociale in America. Nelle parole di un contemporaneo, era "il canto del gallo dello spirito della democrazia", secondo solo alla chiesa come luogo d'elezione per gli incontri della classe operaia dopo il lavoro (Ade, 1931, p. 100). Come è evidente da nomi come "Mechanics' Exchange" e "Stonecutters' Exchange", molti di questi locali si rivolgevano a persone con occupazioni specifiche o appartenenti a settori lavorativi particolari (Powers, 1998, p. 54). Gli operai specializzati e gli artigiani li frequentavano non solo per bere ma anche per socializzare e scambiarsi idee. Poiché quei lavoratori erano responsabili dello sviluppo degli oggetti e dei processi più inventivi dell'epoca, non dovrebbe sorprendere che l'innovazione soffrì quando i saloon in tutto il paese furono costretti a chiudere. Approfittando del fatto che i vari stati degli USA avevano introdotto il proibizionismo in momenti diversi, l'economista Michael Andrews ha appurato che l'introduzione del bando fu seguita da una diminuzione del 18 percento nel numero dei brevetti. Non solo ne ebbe a soffrire l'innovazione collaborativa, ma anche la richiesta di brevetti da parte di singoli inventori calò significativamente, venuta a mancare la socializzazione nei saloon e con l'improvvisa esposizione a un minor numero di idee. Il numero dei brevetti ricominciò a salire e tornò al livello precedente solo un mezzo decennio dopo, quando le persone ricostruirono le loro reti sociali (Andrews, 2019).

Anche se è sempre più facile giudicare le decisioni con il senno di poi, gli economisti degli anni ruggenti avrebbero dovuto poter preve-

1 Sulla mancanza di efficacia del proibizionismo, vedi Miron e Zwiebel, 1991.

dere i costi di questa politica antisociale. *Principi di economia*, il manuale di economia dominante a quei tempi, era in circolazione da quasi tre decenni (era stato pubblicato nel 1890): l'autore, Alfred Marshall, uno dei padri fondatori dell'economia neoclassica e forse l'economista più influente della sua generazione, aveva scritto che "ognuno […] trae vantaggio dalle idee dei suoi vicini, trovando stimolo nel contatto con coloro che sono interessati come lui a fare nuovi esperimenti; e ogni invenzione riuscita, si tratti di una nuova macchina, di un nuovo procedimento, o di un nuovo modo di organizzare l'attività, ha probabilità, una volta lanciata, di diffondersi e perfezionarsi" (Marshall e Marshall, 1975, p. 74). Le buone idee, sosteneva Marshall, vengono assorbite rapidamente perché sono "nell'aria" dove vivono e lavorano le persone creative: "Se un uomo formula un'idea nuova, questa viene accolta da altri e coordinata con i loro suggerimenti, dando così origine ad altre idee nuove" (Marshall, 1972, p. 396).

Gli scritti di Marshall, ovviamente, si concentravano sulle reti sociali dei settori industriali, ma i locali che servivano bevande svolgevano la stessa funzione durante l'Illuminismo scientifico, che precedette lo sviluppo dell'industria moderna, anche se la loro importanza andò calando in Europa con la diffusione dei caffè in tutto il continente[2]. Lo storico Brian Cowan ha mostrato in dettaglio come questa amara bevanda turca fosse associata a una "cultura delle curiosità" che accompagnava un mondo commerciale in crescita e sempre più interconnesso (Cowan, 2005). In Inghilterra si diffuse dapprima nei circoli accademici. Oxford, con la sua vibrante comunità di scienziati sperimentali e la sua peculiare forza negli studi sull'Oriente, fornì un terreno particolarmente fertile per il consumo di caffè, anche se seguita a non molta distanza da Londra, dove una comunità nazionale iniziò a esplorare questa nuova bevanda particolare (*ibidem*). Sull'altra sponda dell'Atlantico, però, né le *teahouse* né le *coffeehouse* divennero altrettanto popolari. Lo stesso ruolo era svolto da taverne e saloon[3].

L'importanza delle reti sociali per l'innovazione non è un mistero. Come scriveva già Montesquieu nel suo classico del 1748, *Lo spirito delle leggi*, "il commercio guarisce dai pregiudizi distruttivi"[4]. Il contatto con altre persone rende familiare ciò che non lo è, e così i regolari rapporti commerciali fanno scomparire i pregiudizi che derivano

2 Anche se le *coffeehouse* si sono diffuse e i pub hanno smesso di essere il luogo d'incontro principale per gli intellettuali, sono rimasti importanti per le reti sociali dei comuni cittadini: Hailwood, 2014.

3 Non è senza motivo che la taverna americana sia stata descritta come non solo un "luogo dove si beve ma anche come un'aula e una sala conferenze" (Sismondo, 2011, p. 42).

4 Montesquieu, 2005, p. 528. Su cultura e commercio, vedi Felbermayr e Toubal, 2010.

dall'isolamento. Una maggiore fiducia, a sua volta, riduce quelli che gli economisti chiamano costi di transazione e consente alle società di ampliarsi, al di là dell'orizzonte familiare o addirittura di quello della nazione (Algan e Cahuc, 2010, 2013). Gran parte della prima istruzione avviene all'interno della famiglia ma, con il tempo, i genitori in tutto il mondo hanno affidato una parte maggiore del processo di socializzazione alle scuole, agli asili e ad altre istituzioni, anche se alcune più rapidamente di altre[5]. Entrambi i cofondatori di Google, Sergey Brin e Larry Page, per esempio, hanno avuto la fortuna di avere genitori che lavoravano nel campo della scienza e della tecnologia, ma sono cresciuti su lati opposti della Cortina di ferro (Brin era nato a Mosca, Page nel Midwest degli Stati Uniti); li ha fatti incontrare l'Università di Stanford nel 1996[6]. Mentre per gran parte della storia umana la trasmissione della conoscenza è stata dominata dall'istruzione verticale, in cui competenze e conoscenze sono trasmesse all'interno della famiglia da una generazione all'altra, ora domina suprema l'istruzione orizzontale. In uno degli studi sociologici più citati, pubblicato nel 1973, Mark Granovetter di Stanford ha dimostrato che una rete con una grande quantità di legami deboli genera una circolazione di informazioni e idee più intensa rispetto a una rete con pochi legami forti[7]. Dal punto di vista dell'innovazione questo è un fatto di enorme importanza, perché le possibilità di nuove scoperte aumentano quando le popolazioni diventano più interconnesse. In un mondo in cui la ricchezza deriva dalle idee più che dalla terra e dagli oggetti, una delle risorse più importanti è la nostra rete sociale, che funge un po' da nostro "cervello collettivo"[8]. Quando poi le persone che apparten-

5 In alcune società, inoltre, i membri di un kibbutz o della famiglia estesa si accollano congiuntamente la responsabilità dell'allevamento dei figli.

6 Se esiste un fattore che funga da predittore di chi diventi un inventore, è la vicinanza ad altre persone intelligenti e creative. In uno studio recente, Raj Chetty e collaboratori della Harvard University hanno trovato che i figli di inventori e quelli che crescono in quartieri in cui vivono molti inventori hanno significativamente maggiori probabilità di ottenere brevetti a loro volta nel corso della vita (Bell et al., 2019). Da questo punto di vista, i fondatori di Google sono la norma e non l'eccezione. Non solo hanno tratto vantaggio dell'essere collegati ad altre persone intelligenti a Stanford, ma entrambi i genitori di Brin, Mikhail ed Eugenia, erano laureati all'Università statale di Mosca e avevano lavorato in campo scientifico e tecnologico. Sua madre poi sarebbe diventata ricercatrice al Goddard Space Flight Center della NASA, mentre suo padre è diventato professore di matematica all'Università del Maryland. Analogamente, il padre di Page era un docente di informatica alla Michigan State University, e anche sua madre lavorava come istruttrice di programmazione.

7 Granovetter, 1973. Per dati empirici a sostegno di questa idea, vedi Rajkumar et al., 2022.

8 Il termine "cervello collettivo" è stato coniato da Muthukrishna e Henrich, 2016. Intuizioni simili si possono trovare in Weitzman, 1998.

gono alla rete sono libere di esplorare, sondano un maggior numero di percorsi tecnologici.

Come illustra il caso del proibizionismo, l'innovazione avviene in modi fortuiti, il che è probabilmente il motivo per cui Irving Fisher e i suoi colleghi lo hanno ignorato. Erano più preoccupati del fatto che il proibizionismo avrebbe ridotto quella che gli economisti chiamano "efficienza statica". Il motto di Benjamin Franklin, "il tempo è denaro", coglie l'essenza del concetto. L'efficienza statica si ottiene quando macchine e forza lavoro sono utilizzate in modo ottimale, cosicché in ogni dato istante si produce il massimo possibile. In questa logica, il tempo trascorso al saloon locale era tempo perso – anche se in quei locali le conversazioni facevano nascere idee che in futuro avrebbero aumentato la produttività. I partecipanti alla tavola rotonda dell'AEA facevano un ragionamento semplice: poiché l'alcolismo rende più difficile mantenere la disciplina in fabbrica, al punto che il sistema gerarchico della produzione di massa inizia a sfaldarsi, le conseguenze economiche di un mancato provvedimento sarebbero state terribili. Il vero motore della crescita economica, però, che distingue le società moderne dai nostri lontani antenati nella savana africana, è l'efficienza dinamica – quel tipo di efficienza che viene dal progresso tecnologico nel tempo. Questo tipo di progresso poi richiede necessariamente una perdita di efficienza statica. Se l'unica cosa che fanno tutti è un lavoro ripetitivo di montaggio, ora dopo ora, emergeranno ben poche nuove idee. Dobbiamo sacrificare un po' di produzione oggi per esplorare e sviluppare nuove tecnologie che ci consentano di fare le cose meglio domani.

La costruzione dell'mRNA

Il notevole percorso che ha portato ai vaccini che hanno salvato l'umanità dalla pandemia da Covid-19 ne è una dimostrazione. Anche se i vaccini più efficaci sono stati prodotti nell'arco di mesi, la svolta tecnologica alla loro base era in corso da decenni. Al centro di questa vicenda vi è Katalin Karikó, biochimica ungherese le cui ricerche pionieristiche hanno reso possibili i vaccini per il coronavirus di BioNTech e Moderna. Karikó, entrata nella BioNTech nel 2014, studiava le molecole di RNA dagli anni Ottanta, ma non aveva più ottenuto finanziamenti in Ungheria. Non si era lasciata abbattere ed era emigrata negli Stati Uniti, dove aveva ottenuto una posizione alla Temple University di Filadelfia – il che l'aveva costretta a superare una grande quantità di ostacoli, fra cui controlli rigidi delle sue disponibilità finanziarie, perché l'Ungheria rimaneva al di là della Cortina di ferro.

Perfino negli Stati Uniti, però, dove le opportunità di finanziamento erano significativamente maggiori, scoprì che controllare l'mRNA per combattere malattie era "un'idea troppo peregrina per le borse di studio governative, per i finanziamenti delle aziende e addirittura per il sostegno da parte dei suoi stessi colleghi" (Garde, 2020).

Così, Karikó era costantemente sull'orlo dell'esaurimento dei finanziamenti. Come ha ricordato in seguito nel corso di un'intervista, "Ogni sera ero lì a preparare una richiesta di finanziamento, poi un'altra e un'altra… e la risposta che arrivava era sempre no, no, no" (Garde e Saltzman, 2020). Dopo aver fatto parte per sei anni del corpo docente dell'Università della Pennsylvania, nel 1995 si è vista negare l'ordinariato. Senza alcun finanziamento in arrivo a sostegno della sua ricerca, i suoi superiori pensavano che l'mRNA fosse un vicolo cieco. Karikó invece restava convinta che fosse la chiave per nuove forme di terapia. Un colpo di fortuna nel 1997 la fece entrare in contatto con Drew Weissman, da poco arrivato all'università per lavorare sulle cellule dendritiche, che sono fondamentali per il sistema immunitario. Non si sono conosciuti per caso in un bar, ma durante un'attività altrettanto fortuita – davanti a una fotocopiatrice, che utilizzavano entrambi per poter leggere articoli scientifici: cominciarono a parlare del loro lavoro e alla fine, come racconta Weissman, "ho deciso di provare ad aggiungere il suo mRNA alle mie cellule" (Crow, 2021).

I primi risultati non furono incoraggianti. Facevano addirittura pensare che fosse impossibile trasformare molecole di RNA in strumenti terapeutici, il che contribuisce a spiegare perché le ricerche sull'mRNA siano rimaste in una condizione di stallo per così tanto tempo. "Era troppo infiammatorio, troppo difficile lavorarci", perciò tutti probabilmente lasciavano semplicemente perdere, spiega Weissman. Karikó e Weissman però non si sono dati per vinti e nel 2005 finalmente sono arrivati a una svolta: introducendo nell'mRNA delle modifiche chimiche, hanno scoperto che potevano inserirlo nelle cellule dendritiche senza innescare una risposta immunitaria. Questo consentiva loro di "ingannare" le cellule, facendo sembrare che le molecole fossero state prodotte all'interno dello stesso organismo e non in laboratorio, il che in teoria significava che quella tecnologia poteva essere utilizzata per scopi terapeutici. A posteriori, quella scoperta avrebbe dovuto dare una grande spinta alle loro carriere ma, anche dopo la pubblicazione dei loro risultati, le richieste di finanziamento continuavano a essere respinte. La difficoltà stava in parte nel fatto che la tecnologia era ancora in una fase sperimentale, perciò le sue applicazioni erano ancora incerte. Un incontro fra Karikó e un funzionario responsabile della proprietà intellettuale in università è illuminante

a questo proposito. Il funzionario continuava a chiederle "A che cosa serve?", senza ottenere una risposta chiara (*ibidem*).

Anche se alla fine il brevetto è stato concesso, il successivo passo decisivo è stato compiuto nel 2008 da un altro scienziato, Derrick Rossi, ricercatore alla Harvard Medical School, che stava cercando di utilizzare l'mRNA per produrre cellule staminali. A quel tempo non aveva mai sentito nominare né Karikó né Weissman: il loro articolo del 2005 era stato in larga parte ignorato, anche all'interno della comunità scientifica. Rossi invece aveva tratto ispirazione da Shinya Yamanaka, uno scienziato giapponese che, come Karikó, avrebbe poi vinto il premio Nobel per la Medicina. Yamanaka aveva dimostrato che era possibile trasformare cellule umane e farle entrare in uno stato simile a quello di cellule staminali embrionali con l'introduzione di quattro geni. Il problema era che i geni che inseriva finivano ancora nel DNA, aumentando il rischio che la persona interessata sviluppasse un cancro. Rossi aveva immaginato che, utilizzando al posto dei geni l'mRNA, fosse possibile riprogrammare cellule della pelle umana in modo tale che si comportassero come se fossero cellule staminali. Presto però si era imbattuto nello stesso problema che da tempo tormentava e lasciava perplessi Karikó e Weissman: "La cellula rispondeva come se venisse penetrata da un virus, e si uccideva" (*ibidem*). Alla ricerca di una soluzione, Rossi si è imbattuto nel loro articolo del 2005 e, con qualche modifica chimica, ha fatto funzionare la loro impostazione. Per trasformare la sua scoperta in una realtà medica, però, Rossi aveva bisogno di finanziamenti e, come Karikó, ha sfruttato qualche legame debole e ha conosciuto Noubar Afeyan, un *venture capitalist* che avrebbe fondato un'azienda, Moderna, per commercializzare la scienza alla base dell'mRNA[9].

***

Questo percorso di scoperta non avrebbe potuto essere orchestrato o pianificato. Pensare diversamente significherebbe adottare "un approccio essenzialmente creazionista a un fenomeno essenzialmente evolutivo", per usare le parole di Matt Ridley (2020, p. 280). Il caso ha avuto un ruolo importante, come per i saloon americani prima del proibizionismo. È anche vero, però, che quello che è accaduto dopo ha seguito una traiettoria molto più prevedibile. Se era impossibile concepire in anticipo la catena di eventi che è culminata nella scoperta di Karikó e Weissman, per non dire dell'applicazione che ne ha fatto

9 I finanziamenti iniziali, sia per BioNTech che per Moderna, sono arrivati da capitali privati: vedi Linicome, 2021.

Rossi, lo sviluppo e la distribuzione del vaccino per il coronavirus hanno rappresentato una sfida molto più ridotta. Poiché la difficoltà poteva essere definita chiaramente, è stato possibile pianificare di conseguenza gli sforzi di ricerca e condurli a termine a velocità straordinaria.

Un venerdì, verso la fine del gennaio 2020, Ugur Sahin, cofondatore e CEO di BioNTech, è venuto a sapere che in Cina era stato scoperto un nuovo coronavirus. Il lunedì seguente ha riunito il consiglio di amministrazione per fare un annuncio: la BioNTech, che in precedenza si era concentrata su una nuova generazione di trattamenti per il cancro, avrebbe fatto dello sviluppo di un vaccino per il Covid-19 la sua nuova priorità. Quello che chiamava "Progetto Lightspeed" è iniziato nei laboratori della BioNTech a Magonza solo pochi giorni dopo che era stato reso pubblico il sequenziamento genetico del SARS-CoV-2. Da quel momento in poi, il compito era "eliminare tutti gli elementi casuali" facendo dell'innovazione un processo regolare di attacco disciplinato, come una volta ha detto il comico W.C. Fields[10]. Verso la fine di febbraio erano stati identificati venti vaccini, quattro dei quali sono stati selezionati per un trial in Germania (Pancevski e Hopkins, 2020).

Per portare in produzione uno dei papabili, però, era necessaria la capacità di sottoporre a test, sviluppare, produrre e distribuire vaccini su grandissima scala, una capacità che né Moderna né BioNTech possedevano. Per ovviare a questa difficoltà, la BioNTech ha stretto una partnership con un gigante del settore farmaceutico, la Pfizer, mentre Moderna ha fatto affidamento sulla Operation Warp Speed, un programma governativo predisposto dall'amministrazione Trump[11]. Se il processo di esplorazione era in gran parte un'attività orizzontale, lo sfruttamento è stato quasi completamente verticale: perché avesse successo erano necessarie una burocrazia su grande scala e gerarchie manageriali.

Da Hayek a Weber

Il caso dell'mRNA mette in luce anche un altro aspetto critico del progresso tecnologico: ogni svolta affronta inizialmente una diffusa incertezza. Semplicemente non si può sapere se qualcosa di nuovo

10 Citato da Baumol, 2014, p. 11. Titoli di libri come *Invention by Design* di Henry Petroski colgono l'essenza della routinizzazione dell'innovazione.

11 BioNTech ha ricevuto finanziamenti per i test e la produzione dal governo tedesco, ma solo dopo che il vaccino era stato sviluppato.

prenderà piede fino a che qualcuno non si accolla il rischio di investire in quella cosa. Nel 1999, per esempio, Sequoia Capital e Kleiner Perkins, due società di *venture capital*, hanno investito 12,5 milioni di dollari a testa in Google e ne hanno ricavato una fortuna. Quando Sequoia ha venduto la sua partecipazione, sei anni più tardi, valeva 4 miliardi di dollari e aveva avuto un ritorno pari a 320 volte l'investimento iniziale. Queste cifre comunque sottolineano semplicemente che nel 1999 Google non era una scommessa sicura. Altre aziende, come Yahoo! e Altavista, dominavano in quel momento lo spazio dei motori di ricerca, e molti venture capitalist decisero di non investire. Quando la responsabile del marketing di Google, Susan Wojcicki, gli chiese di incontrare Page e Brin, che avevano affittato uno spazio nel suo garage, uno dei partner della Bessemer Venture a quanto pare le rispose con una battuta: "Come posso uscire da questa casa senza avvicinarmi al tuo garage?" (Kerr et al., 2014, pp. 25-26).

Nel mondo incerto della scoperta, non si può pensare che nemmeno le persone più intelligenti facciano la cosa giusta ogni volta. Il fatto che Bessemer Venture non abbia saputo vedere la promessa del motore di ricerca di Google non ne ha frenato l'ascesa. Brin e Page hanno avuto la fortuna di operare in un sistema economico decentralizzato in cui molti investitori potevano scommettere su tecnologie diverse. Se la sua famiglia non avesse lasciato la Russia sovietica, è probabile che Brin non sarebbe stato uno dei fondatori di Google, come è improbabile che Karikó potesse diventare una pioniera dell'mRNA nell'Ungheria socialista. Dietro la Cortina di ferro, come vedremo in capitoli successivi, gli inventori dovevano chiedere l'autorizzazione per fare quasi qualsiasi cosa e, se venivano scaricati dalla burocrazia statale, avevano poche opzioni alternative. Di conseguenza, erano poche le scommesse che venivano fatte. Questo contribuisce a spiegare perché *nessuna* delle grandi invenzioni *commerciali* del Ventesimo secolo sia stata fatta nelle economie pianificate[12]. I sistemi decentrati permettono migliaia di tentativi sterili, in modo che uno possa alla fine avere successo; quelli a pianificazione centrale non li permettono. Come diceva Friedrich von Hayek (2017b, p. 64), alla grande dispersione delle conoscenze fra le varie persone non si può ovviare "comunicando tutte queste conoscenze a un ufficio centrale che, in un secondo

12 Kornai (2012) ha compilato un elenco di 87 invenzioni "rivoluzionarie" fatte dopo il 1917. Nessuna di esse è avvenuta nelle economie a pianificazione centralizzata, un terzo si riferiscono ai computer e la stragrande maggioranza ha avuto origine negli Stati Uniti. L'elenco non comprende scoperte effettuate in ambito militare, come lo *Sputnik I*. Tuttavia, come vedremo, ancora più degno di nota dello Sputnik è che non ha contribuito in alcun modo a trasformare le telecomunicazioni commerciali nell'URSS, come hanno fatto invece i satelliti negli Stati Uniti.

momento, dopo aver integrato tutte le conoscenze, emani gli ordini". Il problema deve essere risolto da "qualche forma di decentramento".

Hayek, ovviamente, scriveva alla fine della Seconda guerra mondiale, quando la pianificazione burocratica aveva raggiunto nuovi livelli imponenti, anche nel mondo occidentale. Le sue intuizioni restano rilevanti comunque anche oggi. Come allora, vi sono molte situazioni in cui gli esperti sono in posizione migliore per prendere decisioni su ciò che deve essere fatto: la pandemia e la crisi climatica sono due esempi evidenti. In altri casi, però, dove non si è formato un consenso reale, la decisione di fare affidamento sull'opinione degli esperti non fa altro che spostare il problema sulla selezione degli esperti. Quando poi un campo o una scoperta sono una novità, il compito diventa particolarmente difficile. L'articolo seminale di Karikó e Weissman è rimasto a lungo sconosciuto, non solo al mondo esterno ma addirittura all'interno della comunità scientifica. In effetti, c'è voluta tutta la loro tenacia per ignorare l'ostilità degli esperti. Per far funzionare l'mRNA, per usare le parole di Hayek (2017a, p. 83), hanno dovuto compiere un "viaggio di esplorazione dell'ignoto". Poiché l'esplorazione comporta il sacrificio di tempo e risorse oggi con la speranza di guadagni maggiori domani, i pianificatori statali e i manager aziendali si danno ugualmente da fare per sovrintendere e motivare gli inventori che possiedono una competenza più profonda di chiunque altro. Non sorprende allora che, come hanno mostrato Daron Acemoglu e i suoi collaboratori al MIT, le aziende che operano sulla frontiera più avanzata scelgano di decentralizzare i processi decisionali (Acemoglu et al., 2007). Quando si ha a che fare con tecnologie radicalmente nuove, di cui sono incerti i benefici e le applicazioni, la pianificazione burocratica fallisce quasi sempre.

Il maestro di Hayek, Ludwig von Mises, sarebbe stato sicuramente d'accordo. Scrivendo nel 1944, von Mises (2011, p. 31) iniziava il suo libro intitolato *Burocrazia* con questa frase: "Nessuno dubita che la burocrazia sia qualcosa di totalmente negativo e che, in un mondo perfetto, non dovrebbe esistere". Se è vero, il mondo che osservava intorno a sé certamente non è cambiato in meglio. Anche dopo la fine della guerra, la gestione burocratica è rimasta, non solo attraverso il controllo statale di settori industriali strategici, ma anche nel settore privato. Un paradosso dell'epoca postbellica è che simbolizza la confluenza storica del lavoro di fabbrica oppressivo, di produttività in caduta e di prosperità condivisa in Occidente, e insieme di regimi politici oppressivi e crescita rapida nelle economie a pianificazione centrale dell'Oriente. Quest'epoca di pianificazione ha prodotto la *Golden Age* in America, il *Wirtschaftswunder* in Germania, il *miracolo economico* in Italia, *Les Trente Glorieuses* in Francia, *el milagro* in Spagna, per

non parlare dei grandi balzi in avanti di Giappone e Corea, o di quello dell'Unione Sovietica. In tutto il mondo, "la mano visibile del management ha sostituito quella che Adam Smith chiamava la mano invisibile delle forze di mercato", per riprendere la memorabile frase di Alfred Chandler Jr. (1977, p. 1).

Ovviamente, anche la fabbrica di spilli di Adam Smith ne *La ricchezza delle nazioni* (1776) aveva una propria mano visibile. In quella fabbrica, la produzione di spilli era suddivisa in molti piccoli passi in sequenza, così da consentire una maggiore specializzazione degli operai e di conseguenza aumentare la produttività. Tutto però avveniva all'interno, non attraverso la mano invisibile del mercato. In un sistema di mercato puro, non ci sarebbero manager a sovrintendere la produzione. Ogni passo sarebbe gestito da individui che acquistano e vendono fra loro sulla base di prezzi variabili. Per esempio, nella produzione di spilli, il trafilatore metterebbe all'asta il filo; l'acquirente lo prenderebbe per farlo tagliare, poi venderebbe i pezzi tagliati a una persona specializzata nel temperarli. In ciascuna fase sarebbero coinvolti offerte, pagamenti e trasporti differenti – semplicemente per passare da una parte della produzione di spilli alla successiva[13]. Ovviamente, nessuna fabbrica in tutto il mondo è organizzata in questo modo, e per un buon motivo: qualunque vantaggio derivante dalla divisione del lavoro sarebbe annullato da cicli infiniti di contrattazioni, trasporti e controlli di qualità. Questo, come spiegava Ronald Coase nel suo "The Nature of the Firm" (1937), è il motivo per cui esistono aziende e gerarchie: permettono alle persone di cooperare sulla base di contratti costanti, anziché per transazioni *una tantum*, e permettono l'uso di nuove tecnologie, come quelle di fabbrica, a grandissima scala[14].

Per qualche studioso della storia, l'esempio può sembrare una vicenda familiare. In effetti, una delle verità nascoste a proposito dell'impresa capitalistica è che la sua organizzazione interna assomiglia straordinariamente ai rozzi calcoli di equilibrio materiale utilizzati dai pianificatori sovietici. All'interno dell'azienda, non ci sono prezzi di mercato che segnalino dove è meglio assegnare tempo e risorse; invece, ai singoli individui vengono dati obiettivi che cercano di raggiungere in cambio di un salario prefissato, della sicurezza del lavoro e della prospettiva di un avanzamento di carriera. I dipendenti sono coinvolti in scambi di favori e dispetti per salire ai successivi livelli della burocrazia, mentre i superiori utilizzano tattiche di ingegneria sociale, esercitano pressione e definiscono incentivi, un po' come uno

13 Sull'esempio della fabbrica di spilli trasformata in un mercato, vedi Munger, 2008.
14 Coase, 1937. Vedi anche Williamson, 1981.

stato autoritario, anche se i lavoratori in un sistema di mercato in generale hanno molte più opzioni esterne, e perciò possono andarsene quando vogliono[15]. Inoltre, uno dei grandi punti di forza dell'economia di mercato, come sottolineava Coase, è che le aziende hanno la capacità di scegliere fra un sistema burocratico di comando e controllo e un sistema basato su transazioni orizzontali. Nel sistema di pianificazione sovietico, una scelta del genere non esisteva. Nei sistemi decentrati, poi, le aziende alla fine sono soggette alla disciplina del mercato e quelle che subiscono perdite finiscono per contrarsi o scomparire – un destino non condiviso dalle burocrazie statali, a cui è consentito operare in perdita. È anche vero, peraltro, che a volte i governi operano in condizioni di intensa competizione geopolitica, che ha i propri effetti di disciplina. L'Unione Sovietica, per esempio, ha sfruttato efficacemente molte tecnologie nate in Occidente e ha compiuto anche alcuni passi avanti in proprio, mentre era in competizione con gli Stati Uniti per l'egemonia globale.

Come dimostrerà la nostra analisi della documentazione storica nei capitoli successivi, alla fine l'innovazione non riguarda solo l'ideazione, ma anche la trasformazione delle idee in prodotti pratici e affidabili che siano disponibili e accessibili alle masse. Quando poi gli sforzi passano dall'esplorazione allo sfruttamento, le linee verticali di comando battono le linee orizzontali di scambio. Nell'ultima parte del XIX secolo, per esempio, inventori indipendenti erano gli esploratori principali di nuove tecnologie, e si basavano sulla cessione delle loro scoperte alle grandi aziende dell'epoca, come General Electric, DuPont e AT&T, che trasformavano i loro brevetti in prodotti commerciali (Lamoreaux e Sokoloff, 1999b). Con il maturare di quelle tecnologie, la concorrenza passava dall'innovazione al prezzo, favorendo la centralizzazione e il consolidamento, trasformando quella che Hayek chiamava una "economia di mercato", costituita da attori individuali e piccole aziende, in un'economia basata sull'organizzazione di comando e controllo in grandi aziende collegate dallo scambio di mercato.

Questa semplice idea, che centralizzazione e consolidamento seguono in modo naturale a periodi di decentralizzazione, ha implicazioni profonde per lo sviluppo economico. Significa che l'organizzazione economica che eccelle nell'inventare il futuro industriale non è necessariamente quella più adatta per raggiungere un traguardo esistente. In effetti, il ritardo crea per chi arriva dopo la possibilità di saltare la fase dell'esplorazione e di imitare i successi degli innovatori,

15 Anche se il potere del monopsonio è una preoccupazione anche nelle economie di mercato: vedi Dube et al., 2020.

poiché può utilizzare sin dall'inizio istituzioni centralizzate[16]. I ritardatari, in altre parole, possono seguire strade diverse per arrivare alla prosperità. La Corona d'Inghilterra non aveva chiamato a raccolta un gruppo costituito da baroni, vescovi, banchieri e operatori per creare il mondo moderno, ma, dopo che l'Inghilterra aveva dato il via alla Rivoluzione industriale, questo è proprio ciò che ha fatto il Giappone del Rinnovamento Meiji.

Per vedere come questa transizione dall'esplorazione allo sfruttamento favorisca forme fondamentalmente diverse di organizzazione, pensiamo al periodo del dopoguerra, che, come abbiamo notato, è stato un periodo in cui il capitalismo in tutto il mondo si è burocratizzato. Molte delle tecnologie alla base della crescita globale sono state create in America prima della guerra e inventate grazie all'esplorazione decentralizzata. Poche invenzioni hanno trasformato il mondo più dell'automobile e non c'è luogo che più di Detroit nel Michigan abbia avuto un impatto rilevante sulla sua diffusione. Agli inizi del XX secolo, il dinamismo della Motor City era notevolmente simile a quello della Silicon Valley nell'era dei computer. In entrambi i luoghi, il cambio frequente di occupazione era la norma, e consentiva la diffusione delle idee, come un incendio, da un'azienda all'altra. Molti inventori e tecnici che lasciavano aziende consolidate lo facevano per creare proprie imprese (Klepper, 2009, 2010). Se però c'è un'oscura startup che merita di essere citata, è sicuramente l'azienda di Henry Ford, che riuscì a sopravvivere alle difficoltà iniziali e finì per costruire alcune delle meraviglie del mondo. Quando aprì in Manchester Street nel 1910 la fabbrica di Highland Park, con la sua catena di montaggio mobile, il *New York Times* scriveva con ammirazione che "offre un esempio straordinario della solidità di questa azienda pionieristica e dei metodi che adotta per prendersi cura dei suoi clienti"[17]. In effetti, dalla fabbrica di Highland Park presto uscì la Model T, a un prezzo abbastanza basso perché diventasse il mezzo di trasporto di massa[18].

A testimoniare la leadership tecnologica americana, e anche la transizione dall'esplorazione allo sfruttamento, ci fu il flusso notevole di visite di delegazioni straniere alle nuove fabbriche di Ford. Negli

16 Su come i settori industriali diventino più liberi quando diventano maturi, vedi Vernon, 1966; Krugman, 1979.

17 "New Ford Plant", in *New York Times*, 4 ottobre 1910.

18 Come ha detto il compianto William Baumol (2014, pp. 52-53), "Si può addirittura fare una congettura plausibile, che la maggior parte delle nuove idee rivoluzionarie sia stata, e probabilmente continui a essere realizzata principalmente da innovatori indipendenti. Una volta che la loro intrapresa iniziale si dimostra di successo, gli inventori o gli imprenditori a loro associati spesso creano nuove aziende che in molti casi crescono e rendono routine la loro innovazione. Henry Ford e le sue automobili sono solo un esempio fra i tanti".

anni Trenta del Novecento, un numero incalcolabile di delegazioni italiane, tedesche, russe e giapponesi trascorse settimane, mesi e a volte addirittura anni nella nuova fabbrica di River Rouge, con la sua integrazione verticale. Nel giugno 1937, Ferdinand Porsche portò a Detroit il suo gruppo di tecnici della Volkswagen, in una missione sponsorizzata dallo stato, come progettista prediletto da Adolf Hitler, la cui ambizione era produrre una "auto del popolo" tedesca. Anziché cercare nuove idee, Porsche era a caccia di macchine e tecnici esperti per la propria fabbrica, che era già in fase di progettazione. All'incirca nello stesso periodo la Fiat italiana inviò un'altra delegazione, di cui faceva parte Vittorio Bonadè Bottino, architetto di punta dell'Italia fascista, incaricato da Benito Mussolini di progettare l'enorme fabbrica di Mirafiori alla periferia di Torino. Vi furono anche file di burocrati sovietici che, grazie a un ampio accordo di trasferimento tecnologico, crearono la "River Rouge" della Russia con l'apertura della Fabbrica di automobili Gorky (Gaz) nel 1932 (Link, 2020, p. 2). Come ha detto acutamente durante un incontro della Taylor Society nel 1931 H.J. Freyn, importante consulente che aveva trascorso un lungo periodo in Unione Sovietica per dare indicazioni sullo sviluppo industriale, "è ben difficile che un'impresa commerciale moderna possa funzionare o essere gestita applicando i principi della democrazia" (Freeman, 2018, p. 224). I fascisti a destra e i comunisti a sinistra furono gli alfieri di un nuovo secolo di autorità e pianificazione centrali.

Per gli studiosi del periodo fra le due guerre, come Karl Polanyi, c'era la percezione di un ribaltamento istituzionale fondamentale: il *laissez-faire* implodeva e lasciava il posto a una nuova epoca di aggiornamento tecnologico competitivo orchestrato da governi attivisti. Mussolini, che aveva iniziato la sua carriera come redattore del quotidiano socialista *Avanti!*, per diventare poi il primo leader del mondo fascista, fu almeno coerente nelle sue idee sul decentramento. "La dottrina del fascismo", un saggio che pubblicò nel 1932, è emblematico per i suoi attacchi a liberalismo, individualismo e democrazia in quanto "ideologie superate del secolo XIX" (Link, 2020, p. 1). Tuttavia, uno sguardo più ravvicinato al Diciannovesimo secolo rivela uno schema di sviluppo analogo. Mentre l'Inghilterra si era chiaramente avvicinata maggiormente al *laissez-faire*, gli ultimi arrivati sfruttarono anche i vantaggi del ritardo adottando tecnologie inventate in Inghilterra, come ha osservato Alexander Gerschenkron (1962), e per farlo si sono basati fortemente sulla relazione simbiotica fra grandi aziende e stato[19].

19 Per analisi più recenti della crescita per rimonta, vedi Acemoglu et al., 2006; Keller, 2004.

Prendiamo la Prussia, dove Karl vom und zum Stein, Karl August von Hardenberg e i loro successori favorirono una rivoluzione dall'alto e utilizzarono una grande varietà di strumenti per guidare la rimonta industriale. Trasferirono alle aziende private tecnologie acquistate dal governo e crearono istituzioni per mobilitare risorse scarse, "tutto per spingere l'industria prussiana a modernizzare il proprio metodo di produzione" (Lenoir, 1998). Analogamente, dopo l'unificazione di Bismarck, la Germania, giustamente considerata un'autocrazia liberale, fece molto per sollecitare la crescita di grandi aziende, in grado di assorbire e sfruttare nuove tecnologie a un ritmo e a una scala maggiori rispetto ai concorrenti inglesi. Max Weber, che scriveva sull'onda di quegli sviluppi, sottolineava (il che non sorprende) il ruolo sia della burocrazia sia del capitalismo nella civiltà occidentale. Le strutture gerarchiche ben definite della burocrazia, notava, "sono in grado di raggiungere il massimo grado di efficienza e in questo senso [la burocrazia] è il mezzo più razionale che ci sia noto per esercitare l'autorità sugli esseri umani" (Weber, 1986).

Tuttavia, nonostante la sua ammirazione per la maggiore efficienza della burocrazia, Weber temeva anche che la sua diffusione sul lungo periodo potesse frenare il dinamismo del capitalismo e ostacolare l'innovazione. In questo, aveva ragione. Mentre gran parte della crescita della produttività nel corso dei secoli può essere attribuita a miglioramenti incrementali di prodotti e processi da parte di grandi organizzazioni consolidate, queste da sole non sono sufficienti[20]. Le fondamenta su cui si costruiscono quei passi avanti incrementali sono innovazioni fondamentali[21]. Si può migliorare una carrozza a cavalli dal punto di vista estetico e funzionale, ma alla fine è necessaria un'innovazione radicale per creare un veicolo a motore, altrimenti il progresso si fermerà. È significativo che nessuno dei maggiori produttori di biciclette o di carrozze a cavalli sia diventato un grande produttore di automobili. I grandi salti in avanti in campo tecnologico di solito arrivano da nuovi sfidanti, come risulta evidente dall'infinito ricambio fra le aziende che costituiscono l'indice S&P 500[22].

In tempi recenti, questo fenomeno si è manifestato in vari settori, dallo sviluppo di vaccini molto efficaci contro il Covid-19 da parte

20 Sull'importanza dei perfezionamenti incrementali da parte delle organizzazioni consolidate, vedi Garcia-Macia et al., 2019. Rosenberg (1976, p. 66) aveva ragione nel sottolineare che, anche se sono meno originali, le innovazioni di routine contribuiscono significativamente alla crescita economica.

21 Mokyr (1999) le chiama *macroinvenzioni*.

22 Negli Stati Uniti del dopoguerra, le giovani aziende hanno avuto un ruolo fondamentale nella biotecnologia, nei semiconduttori e anche nei computer. Per un esame dettagliato, vedi Mowery e Rosenberg, 2015.

di startup, alla diffusione dell'e-commerce di cui è stata alfiere una *outsider* come Amazon, alla trasformazione del panorama dei media da parte delle varie X (un tempo Twitter), Meta e YouTube. Anche in settori ad alta intensità di capitale come quello spaziale e quello dei veicoli elettrici, attori consolidati come Boeing, Lockheed Martin, GM e Volkswagen sono stati superati da sfidanti come SpaceX e Tesla di Elon Musk. Lo stesso appare vero anche sul fronte avanzato dell'intelligenza artificiale, dove startup come OpenAI e Anthropic stanno sfidando Meta e Google. In teoria, le grandi aziende hanno la forza finanziaria per fare scommesse più impegnative e più rischiose, ma in realtà tendono ad andare invece sul sicuro[23]. Come hanno mostrato Ufuk Akcigit della Chicago University e William Kerr di Harvard, in uno studio particolareggiato sulle invenzioni brevettate, gli sfidanti hanno un vantaggio competitivo nel realizzare grandi svolte tecnologiche[24]. I giganti tecnologici di oggi possono ancora innovare, ma la loro crescita ha un costo. Quando assorbono molti dei migliori talenti del mondo, quelli che assumono diventano meno inventivi di quanto fossero in precedenza nelle startup (Akcigit e Goldschlag, 2023).

Weber aveva capito il perché: la burocrazia fiorisce sulla stabilità, non sul rischio[25]. Quando le tecnologie maturano e i processi si standardizzano, i manager hanno un maggiore controllo sulla produzione e sull'efficienza; quando invece un campo è ancora in evoluzione e la sperimentazione è fondamentale, misurare le prestazioni diventa molto più difficile. In quelle condizioni incerte, una supervisione rigida può essere controproducente: la sorveglianza scoraggia la collaborazione e mantiene le persone focalizzate su compiti ristretti e ben definiti, invece di esplorare nuove idee[26]. Le burocrazie centralizzate che seguono regole chiare e flussi di lavoro prevedibili, perciò, entrano

23 Studi approfonditi mostrano che, dopo la quotazione in Borsa, l'originalità delle innovazioni delle aziende diminuisce del 40 percento. Vedi Bernstein, 2015. Inoltre, a causa delle loro stesse dimensioni, le grandi aziende sono in una posizione migliore per trarre vantaggio dalla robotica avanzata e da altre tecnologie per la produzione. In effetti, da alcuni studi emerge che ricerca e sviluppo sui processi sono collegati più strettamente alle dimensioni dell'azienda che non ricerca e sviluppo di prodotto. Vedi Cohen e Klepper, 1996.

24 Vedi Akcigit e Kerr, 2023. Questi risultati vanno a favore del modello della "estensione del controllo" di Robert Lucas (1978), secondo il quale anche i più esperti fra i manager hanno dei limiti sul numero di operazioni a cui possono sovrintendere efficacemente. Di conseguenza, le grandi aziende investiranno di più nel perfezionamento di prodotti esistenti anziché nello sviluppo di prodotti del tutto nuovi. Questi limiti intrinseci alle dimensioni ottimali delle aziende creano un vantaggio comparativo per le aziende più piccole nelle innovazioni che rappresentano vere svolte.

25 Come ha detto una volta Jeff Bezos, "Se due pizze non sono sufficienti per sfamare tutto il team, allora il team è troppo grande".

26 Sul fatto che la decentralizzazione renda più difficile ottenere ritorni di scala, vedi Thesmar e Thonig, 2000.

in difficoltà quando le condizioni cambiano. Progetti che richiedono molti livelli di approvazione o un ampio consenso interno raramente spingono più avanti i confini. La vera innovazione spesso porta a violare le regole, non a seguirle, come hanno evidenziato ricerche recenti. Quando Lingfei Wu e i suoi colleghi hanno analizzato circa 65 milioni di articoli scientifici, brevetti e progetti software dagli anni dell'immediato dopoguerra fino all'era di Internet, hanno scoperto che inventori solitari e team decentrati regolarmente hanno generato idee e tecnologie più innovative, mentre i team più grandi e organizzati gerarchicamente si sono concentrati sullo sviluppo di idee e tecnologie esistenti. Come i grandi studi cinematografici, hanno prodotto sequel anziché nuove storie originali[27].

Gli sfidanti tendono a prevalere per un altro motivo strategico. Le realtà consolidate spesso sono riluttanti a perseguire nuove direzioni, per il timore di mettere a rischio i ricavi che ottengono da tecnologie più vecchie. Kodak è un esempio classico: anche se si era mossa nelle ricerche sui computer negli anni Sessanta e nel 1975 aveva sviluppato una fotocamera digitale, il prodotto è stato lasciato cadere. I dirigenti temevano di cannibalizzare la fonte principale di ricavi dell'azienda: la pellicola fotografica. Così, nel 2012, dopo un lungo periodo di difficoltà, Kodak ha dichiarato bancarotta. Per proteggere i ricavi sul breve, il management ha finito per sacrificare l'azienda sul lungo periodo. Anche Thomas Edison, peraltro un grande inventore, era implacabilmente avverso ai sistemi a corrente alternata che stava sviluppando George Westinghouse, perché sfidavano il sistema a corrente continua della sua General Electric (GE). Quando un settore è dominato da pochi giganti, come GE, esiste un rischio reale che il conservatorismo all'interno di un'azienda finisca per rallentare il ritmo dell'innovazione nell'economia nel suo complesso[28].

Certo, la preoccupazione di Edison non era semplicemente che GE avrebbe ottenuto un ritorno sull'investimento minore rispetto a outsider che non avevano rendite da cannibalizzare[29]. Era anche una questione di orgoglio e di riconoscimento. Perciò forse non sorprende che giovani inventori, che hanno un investimento intellettuale minore

27 Sulle dimensioni dei team, vedi Wu et al., 2019. Sui team a struttura piatta o gerarchica, vedi Xu et al., 2022.

28 Su Edison e sul rischio che il conservatorismo soffochi il progresso, vedi Lamoreaux, 2010, p. 31. La GE, ovviamente, è nata solo in seguito alla fusione della Edison Company con la Thomson-Houston Electric Company (THEC), che stava a sua volta promuovendo la tecnologia della corrente alternata ed era una concorrente diretta della Westinghouse.

29 Sulle aziende consolidate che cannibalizzano le proprie rendite, vedi Reinganum, 1989. Vedi anche Henderson, 1993.

nello status quo, in genere siano più creativi[30]. Anche nella scienza, dove il profitto è una molla meno importante, gli studiosi affermati fungono da guardiani dell'ordine esistente. Da una ricerca recente è emerso che spesso bisogna aspettare la scomparsa di una star perché gli outsider sfidino la leadership in un campo e facciano avanzare le frontiere della nostra conoscenza. Max Planck lo aveva già intuito, quando diceva che la scienza progredisce un funerale alla volta (Azoulay et al., 2019a). Sul lungo periodo, il progresso comporta una distruzione creatrice tanto nella scienza quanto nella tecnologia[31].

La via verso la stagnazione

Un aspetto su cui da molto tempo si discute, nel campo dell'economia, ha a che vedere con l'esistenza di gerarchie. Economisti neoclassici come Roland Coase e Oliver Williamson hanno sostenuto che le grandi aziende contribuiscono a raggiungere economie di scala e ad abbassare i costi, aumentando così l'accessibilità dei beni alla popolazione più ampia, mentre per neo-marxiani come Stephen Hymer e Stephen Marglin le gerarchie emergono come strumenti di potere e di monopolizzazione delle risorse, a spese della società. Secondo questi ultimi, la crescita delle grandi aziende ha avuto come conseguenza una perdita di benessere umano (Hymer, 1974; Marglin, 1974). Ricordano le parole dello storico Eric Hobsbawm: "Si presume spesso che un'economia basata sull'iniziativa individuale mostri una tendenza automatica verso l'innovazione, ma non è così. Essa mostra spesso soltanto una tendenza verso il profitto" (Hobsbawm, 1972, pp. 35-36).

Queste posizioni, tuttavia, non si escludono a vicenda. In effetti, sono entrambe essenziali, se vogliamo comprendere l'ascesa e la caduta della crescita. Agli inizi del ciclo di vita della tecnologia, l'esplorazione prospera in un ambiente decentralizzato. Startup, inventori indipendenti e piccoli team sperimentano, iterano ed estendono i confini di ciò che è possibile. Una volta che un prototipo si dimostra percorribile, però, l'attenzione si sposta. La sfida successiva è scalare la produzione, tagliare i costi e aumentare l'efficienza – e a questo punto prendono il sopravvento la centralizzazione e il consolidamento aziendale. All'inizio, questo porta benefici tangibili alla società. Come ha sottolineato l'eminente Joseph Schumpeter, il successo del capitalismo non consisteva nel "fornire un numero maggiore di calze di

30 Sul maggior numero di brevetti creativi richiesti da giovani inventori, vedi Kalyani, 2022.

31 Sulla distruzione creatrice, vedi Aghion e Howitt, 1992; Aghion et al., 2021.

seta alle regine, ma nel metterle alla portata di giovani operaie industriali in cambio di uno sforzo di lavoro continuamente decrescente" (Schumpeter, 1984, p. 65). Al di là della riduzione dei prezzi per i consumatori, il consolidamento semplifica ricerca e sviluppo, riducendo lo spreco della duplicazione fra aziende in concorrenza. In effetti, quando l'efficacia di un vaccino si avvicina al 100 percento, ulteriori investimenti in miglioramenti incrementali danno ritorni decrescenti, o addirittura negativi, distogliendo risorse finite da altre aree critiche. A questo punto i guadagni facili sono scomparsi e la focalizzazione si sposta ancora una volta dal perfezionamento della produzione alla protezione. Quando succede, le grandi aziende smettono di innovare e iniziano a fare lobby. Anziché investire in iniziative produttive, ricorrono a tattiche anti-competitive e a esercitare pressione sul governo per ottenere norme che le tutelino dalla concorrenza[32]. Non c'è bisogno di essere cinici per pensare che non sia un caso che le aziende con buone connessioni politiche richiedano meno brevetti[33].

L'economista Mancur Olson ha avanzato quella che è forse la più chiara fra le argomentazioni in merito a come gli interessi acquisiti possono soffocare il progresso. La sua conclusione era breve ma amara: quando i gruppi di interesse si insediano nelle industrie, ne segue la stagnazione (Olson, 1984). Un tema ricorrente in questo libro è che la decentralizzazione è necessaria per l'ulteriore progresso, quando un paese si avvicina alla frontiera tecnologica, ma raramente questo coincide con gli interessi delle organizzazioni consolidate che non amano la concorrenza e preferiscono lo status quo. La stagnazione si verifica quando le istituzioni non sanno adattarsi a nuove realtà tecnologiche o non sanno creare lo spazio per esplorare nuove strade, in generale perché le organizzazioni dominanti cercano di impedire la concorrenza da parte degli outsider. In effetti, la capacità di cambiamento istituzionale sull'onda di nuove realtà tecnologiche può contribuire molto a spiegare perché gli Stati Uniti sono stati leader tecnologici per oltre un secolo.

Chi arriva in ritardo, però, non deve reinventare la ruota: può saltare la costosa fase di tentativi ed errori adottando tecnologie sviluppate altrove, spesso grazie all'intervento dello stato che accelera il processo. In effetti, quello che manca completamente nella spiegazione di Olson è proprio il ruolo dello stato. Una rivoluzione costante dall'alto ha portato l'Unione Sovietica (dove il terrore staliniano ha fatto in

32 Questo è coerente con il fatto che le aziende meno produttive si impegnano maggiormente nel fare lobby: vedi Bombardini et al., 2021.

33 Su potere politico e innovazione, vedi Akcigit et al., 2023. Sull'imprenditorialità distruttiva, vedi Baumol, 1996. Per una rassegna eccellente della letteratura recente, vedi anche Baslandze, 2021.

modo che nessun gruppo di interesse potesse organizzarsi tranquillamente) a percorrere un po' di strada verso la frontiera tecnologica, sotto l'intensa pressione della competizione geopolitica[34]. Come interessi particolari possono spingere i governi a soffocare la concorrenza nel settore privato, allo stesso modo gli stati possono controllare l'influenza dell'impresa privata, una politica che Xi Jinping ha perseguito con forza da quando è salito al potere nel 2012. La sfida per gli autocrati potenti è diversa: per rimanere al potere devono investire fortemente in tecnologie di sorveglianza che consentano loro di controllare il settore privato e la società per impedire ogni mobilitazione contro il regime. In circostanze particolari, questo può dare una grande spinta all'economia sul breve periodo, come è successo nel caso degli Sputnik, ma rischia anche di minarne il dinamismo sul lungo periodo.

Piano del libro

Per vedere all'opera queste forze, il nostro viaggio nel tempo e nello spazio inizia nell'antica Cina, che ha creato la prima burocrazia statale del mondo. Il Capitolo 2 mostra come lo stato stesso abbia agito come un catalizzatore del progresso, ma con uno scopo specifico: riscuotere tasse e condurre guerre. Gli investimenti tecnologici dello stato per rendere più facile monitorare e tassare la produzione hanno cementato il suo potere, ma hanno anche soffocato quel tipo di innovazione dal basso da cui dipende un progresso costante. In netto contrasto, l'assenza iniziale di tecnologie di sorveglianza in Europa ha reso irrealizzabile una governance burocratica. Così, come vedremo nel Capitolo 3, quando l'Impero romano collassò, si disintegrò in centinaia di territori in competizione. L'Europa è rimasta politicamente frammentata ed economicamente decentralizzata, ma con il suo "cervello collettivo" definito da una struttura di credenze comuni derivata dal Cristianesimo (Mokyr, 2018a). Così, mentre in Cina uno stato egemone riuscì a centralizzare il controllo, che limitava le opzioni tecnologiche esplorate, la concorrenza decentralizzata in Europa fece sì che le autorità non riuscissero a sopprimere idee eterodosse, e inventori e intellettuali furono in grado di muoversi e di sfruttare le divisioni politiche e culturali[35]. In effetti, mentre la dinastia Qing stringeva in una morsa gli intellettuali e lanciava l'inquisizione letteraria, l'Europa

34 Sul ruolo della concorrenza fra stati, vedi Acemoglu e Robinson, 2006.

35 Unito a importanti connessioni di informazione e trasporto, tutto questo ha avuto come risultato una rapida diffusione delle idee scientifiche, tecnologiche e artistiche in tutto il continente; vedi North, 2010, p. 138.

visse un periodo di illuminismo scientifico che raggiunse il suo apice con la nascita dell'industria moderna.

La Rivoluzione industriale, ovviamente, non nacque ovunque in Europa. Prese avvio in Inghilterra, dove tecnici come John Smeaton, James Watt e Marc Isambard Brunel trasformarono le idee in progetti, prototipi e prodotti fattibili. Questo processo iniziò solo più tardi in altre parti d'Europa, in parte perché le corporazioni artigianali, che vedevano la propria influenza politica e il proprio reddito minacciati dalla diffusione del sistema di fabbrica, esercitarono una resistenza notevole. In Inghilterra, però, dove i mercati si erano presto integrati, in gran parte grazie alle decisioni del Parlamento, la concorrenza decentralizzata fra le città minò il potere delle corporazioni locali e la loro capacità di contrastare le forze della distruzione creatrice. Il successo della Rivoluzione industriale in Inghilterra non dipese solo dalla garanzia dei diritti di proprietà privata; quei diritti erano ugualmente garantiti nella Repubblica olandese, spesso considerata la prima economia moderna. Quello che distinse veramente l'Inghilterra fu la capacità di Westminster di aggirare i gruppi di interesse che avevano molto da perdere con l'industrializzazione.

Sul continente, la strada verso la modernità richiese meno esplorazione e fu perciò più prevedibile. Questi ritardatari industriali ebbero la possibilità di crescere importando tecnologie dall'altra sponda della Manica e sfruttando organizzazioni istituzionali centralizzanti per far crescere rapidamente la produzione. Il Capitolo 4 mostra come la Prussia, avendo molto investito nella capacità dello stato, seguì precisamente questo percorso. Oltre ad aggirare il potere frenante delle corporazioni e a formalizzare un sistema decentralizzato di diritti di proprietà privata, come in Inghilterra, la burocrazia prussiana facilitò attivamente l'ascesa delle grandi aziende. Il tipo di "capitalismo organizzato" che emerse nella Germania imperiale favorì la crescita di imprese gigantesche a una scala che il *laissez-faire* inglese non fu in grado di eguagliare. Anche nella Russia zarista, un'autocrazia personale con istituzioni di mercato arretrate, il potere dello stato fu in grado di ottenere una crescita degna di nota. Rispetto all'Impero guglielmino, e anche al Giappone Meiji, che, a differenza della Russia, aveva abbracciato il reclutamento meritocratico per il servizio civile, il progresso sotto lo zarismo fu meno impressionante (Capitolo 5). La crescita in rimonta non è automatica e, quando il settore privato langue, dipende fortemente dalla capacità burocratica dello stato di implementare le proprie politiche e anche dalla sua disponibilità a dirigere quella capacità verso fini produttivi. Se però una società riesce effettivamente a raggiungere quelle più avanzate, quando si avvicina

alla frontiera tecnologica questo modello ottiene ritorni decrescenti e alla fine incappa in difficoltà gravi.

Nel Capitolo 6 passiamo agli Stati Uniti, l'unica nazione a superare l'Inghilterra prima della Grande guerra. A differenza dei ritardatari europei, gli Stati Uniti hanno adottato un governo debole anziché forte, che ha costituito una base istituzionale per un'esplorazione ampia. Oltre a consentire il commercio senza dazi all'interno di un sistema federale decentralizzato, gli Stati Uniti hanno adottato anche un sistema di brevetti in cui l'imposta per l'ottenimento di un brevetto era solo una piccola percentuale di quella applicata in Inghilterra, rendendo così accessibili a una gran parte della popolazione i diritti di proprietà intellettuale. Alla metà del Diciannovesimo secolo, gli Stati Uniti avevano sviluppato un mercato per la tecnologia che non aveva uguali nel resto del mondo, e che diventò rapidamente un centro di reclutamento per i talenti europei. In assenza di uno stato forte, la sfida principale che il paese dovette affrontare fu quella dello sfruttamento delle opportunità tecnologiche emergenti. La difficoltà, però, fu spesso superata grazie a partenariati fra pubblico e privato che diedero origine a grandi imprese che hanno ovviato efficacemente all'incapacità del governo federale. Per tenere sotto controllo il potere crescente di queste imprese gigantesche e per salvaguardare la concorrenza, gli Stati Uniti avevano bisogno di rafforzare la capacità dello stato, e alla fine sono riusciti a rafforzarla. Questo sistema regolato ma decentralizzato ha consentito agli Stati Uniti di uscire da quella che Mark Twain e Charles Dudley hanno chiamato *Gilded Age*, l'Età dorata.

I Capitoli 7, 8 e 9 presentano un viaggio turbinoso dalla Seconda guerra mondiale alla Guerra dello Yom Kippur. Questo viaggio mostra come la crescita rapida negli anni del dopoguerra abbia avuto il suo perno in opportunità tecnologiche create prima dello scoppio del conflitto globale, e in modo particolare negli Stati Uniti, dove inventori indipendenti erano stati i motori del progresso. Sono stati i loro risultati a culminare nella Seconda rivoluzione industriale, con l'elettricità e il motore a combustione interna. La guerra (di cui parleremo nel Capitolo 7) ha rallentato l'innovazione e ne ha spostato gli obiettivi dalle applicazioni produttive a quelle distruttive; ha anche rafforzato la capacità di governi e grandi aziende di capitalizzare a grande scala sulle tecnologie esistenti. Il Capitolo 8 sposta l'attenzione dagli Stati Uniti al Giappone e all'Europa occidentale, dove le istituzioni erano già organizzate per l'inseguimento tecnologico. Una volta ripresi i commerci globali, queste economie ritardatarie hanno avuto accesso alla tecnologia americana e hanno ridotto rapidamente il divario. In queste circostanze (esaminate nel Capitolo 9), anche le economie a pianificazione centrale oltre la Cortina di ferro hanno compiuto passi

avanti notevoli. Che fosse attraverso la pianificazione statale, aziende a partecipazione pubblica o conglomerati, la gestione burocratica ha caratterizzato questo periodo, consentendo ai ritardatari di tutto il mondo di sfruttare le risorse tecnologiche statunitensi – anche se con un grado variabile di successo.

Il Capitolo 10 mostra come sono cambiate le cose quando i ritorni della Seconda rivoluzione industriale sono diminuiti. Con lo sfaldarsi delle vecchie fabbriche, anche il capitalismo organizzato si è disintegrato. Le istituzioni centralizzanti presenti ancora in Europa occidentale, Giappone e altri paesi ritardatari erano state utili per l'inseguimento, ma l'incertezza tecnologica determinata dall'incombente età dell'informatica richiedeva una decentralizzazione. In Francia, la pianificazione ha funzionato bene nell'epoca della produzione di massa, ma nel nuovo mondo di turbolenza tecnologica i burocrati hanno avuto di fronte un compito più difficile. Nel frattempo, nel Sud dell'Europa, dove regnavano le società a partecipazione statale, l'età dell'informatica non ha prodotto altro che due decenni persi. Mentre il sistema che avevano costruito andava a fuoco, i burocrati sono diventati più inclini a diventare preda di interessi consolidati e a sostenere settori morenti. Il terremoto ha avuto le conseguenze più gravi in URSS. Finché la quantità era la misura del successo, i burocrati del governo potevano monitorare facilmente le prestazioni e il sistema sovietico aveva prestazioni abbastanza buone. Tuttavia, senza lo spazio per l'esplorazione decentralizzata, i problemi si sono fatti presto sentire. Un confronto con la Cina è particolarmente rivelatore. Nonostante il suo autoritarismo, la Cina è rimasta decentralizzata a livello regionale, il che le ha consentito di navigare nelle acque dell'età dell'informatica meglio dei vecchi compagni sovietici.

Il Capitolo 11 affronta la domanda del perché la Rivoluzione informatica abbia finito per essere una faccenda americana. In effetti, negli anni Ottanta, molti erano convinti che il Giappone fosse sull'orlo del sorpasso degli Stati Uniti. Il motivo per cui il computer è nato in America si accorda bene con la storia di come è nata in Europa la Rivoluzione industriale. Il sistema federale è stato un laboratorio non solo per la democrazia, ma anche per il cambiamento tecnologico, perché ha consentito agli inventori di passare senza difficoltà da uno stato all'altro, e questo ha creato spazio per l'esplorazione. Mentre Boston e Detroit (un tempo sul fronte avanzato della Seconda rivoluzione industriale) erano dominate da imprese consolidate gestite gerarchicamente, l'età dell'informatica è nata nella Silicon Valley, dove le istituzioni sostenevano decentralizzazione ed esplorazione. La Rivoluzione informatica è stata generata da nuove aziende, e l'impegno americano ad abbattere le barriere all'ingresso contribuisce a spiegare

perché gli Stati Uniti abbiano finito per aprire la strada. Per esempio, la decisione della IBM di scorporare il software dall'hardware dopo una causa antitrust ha creato lo spazio per l'ingresso nel mercato di nuove aziende come Microsoft. Mentre i potenti conglomerati del Giappone sono rimasti legati all'hardware, non cogliendo l'ascesa del software, le aziende statunitensi hanno seguito la strada opposta, spostandosi verso sistemi aperti che collegavano i settori industriali superando i confini, aprendo infine una nuova era di integrazione economica con la Cina.

Anche se Cina e Stati Uniti ("Chimerica") sono stati i principali beneficiari dell'età dell'informatica, nel Capitolo 12 vedremo che non si può dare per scontata la continuazione del progresso per nessuno dei due paesi. In Cina, Xi Jinping sembra stia costituendo una dittatura annidata di fedelissimi, e nel tempo una burocrazia radicata nella fedeltà invece che nella competenza riduce la capacità dello stato di alimentare il progresso. Inoltre, la strategia di Xi del *divide ed impera* può garantirgli il potere, ma al contempo erode il decentramento regionale che è stato il motore della crescita cinese dagli anni Ottanta del secolo scorso. La crescente gerarchizzazione di questo sistema significa inevitabilmente l'aumento del numero delle decisioni prese dall'alto, aggravando il problema della conoscenza di Hayek a mano a mano che il Regno di Mezzo si avvicina alla frontiera tecnologica. Come la Cina dinastica investiva pesantemente nelle tecnologie della sorveglianza, in tal modo facilitando la gestione e il controllo dell'economia e della società, e insieme cementando l'autocrazia, la Cina di oggi utilizza l'AI allo stesso scopo, il che è probabile abbia come risultato, analogamente, la stagnazione. D'altra parte, da molto tempo la forza economica degli Stati Uniti dipende dalle nuove aziende che vanno a sostituire le vecchie; le aziende consolidate però recentemente hanno fatto lobby per sopprimere la concorrenza. Nonostante le differenze, entrambe le superpotenze hanno in comune una tendenza preoccupante: la caduta della produttività nell'arco dell'ultimo decennio.

Il Capitolo 13 porta alla conclusione con un promemoria: il progresso è fragile, tanto nelle autocrazie quanto nelle democrazie liberali; l'Epilogo infine offre un breve sguardo in prospettiva su dove stiamo andando nell'era dell'intelligenza artificiale.