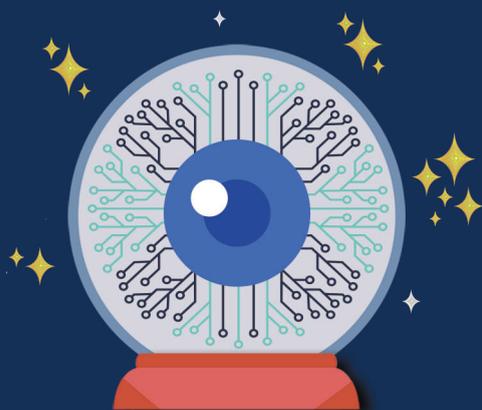


AJAY AGRAWAL, JOSHUA GANS,
AVI GOLDFARB

POTERE E PREVISIONE



L'economia dirompente
dell'intelligenza artificiale

FrancoAngeli

Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con **Adobe Acrobat Reader**



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile **con Adobe Digital Editions**.

Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.

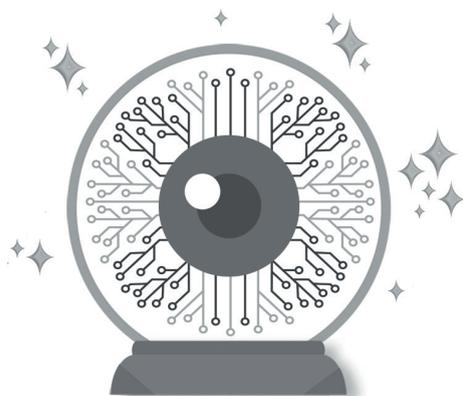
Am - La prima collana di management in Italia

Testi advanced, approfonditi e originali, sulle esperienze più innovative in tutte le aree della consulenza manageriale, organizzativa, strategica, di marketing, di comunicazione, per la pubblica amministrazione, il non profit...

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e.mail le segnalazioni delle novità o scrivere, inviando il loro indirizzo, a “FrancoAngeli, viale Monza 106, 20127 Milano”.

AJAY AGRAWAL, JOSHUA GANS,
AVI GOLDFARB

POTERE E PREVISIONE



L'economia dirompente
dell'intelligenza artificiale

FrancoAngeli

Isbn: 9788835165552

Progetto grafico di copertina: Elena Pellegrini

Titolo originale: *Power and Prediction.*
The Disruptive Economics of Artificial Intelligence
Harvard Business Review Press, Boston, 2022

Copyright © 2022 Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb
All rights reserved
Italian translation rights arranged through Vicki Satlow of The Agency
srl

Traduzione dall'inglese di Pierluigi Micalizzi

1ª edizione. Copyright © 2024 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it

Alle nostre famiglie, ai colleghi, agli studenti e alle start-up: ci avete spinti a pensare in modo chiaro e profondo all'intelligenza artificiale. Grazie.

Prefazione. Un successo che viene da lontano? pag. 11

Parte 1
Il tempo di mezzo

1. La storia dei tre imprenditori	» 21
L'imprenditore della soluzione funzionale	» 22
L'imprenditore della soluzione applicativa	» 24
L'imprenditore della soluzione sistemica	» 25
Gli imprenditori dell'intelligenza artificiale	» 26
Dirompenza e potenza dell'intelligenza artificiale	» 29
2. Il futuro del sistema IA	» 31
L'innovazione sistemica per l'intelligenza artificiale	» 33
Preparare la scena	» 35
Il cambiamento sistemico è dirompente	» 37
Il piano del libro	» 40
3. L'intelligenza artificiale è tecnologia predittiva	» 44
Integrare la previsione	» 45
Correlazione e causalità	» 46
L'essenza della previsione	» 49
Al di là della previsione	» 51
La sfida	» 52
E adesso?	» 54

Parte 2 Le regole

4. Decidere o non decidere	pag. 59
Impostatela e dimenticatevene	» 61
Conseguenze limitate	» 62
Informazioni costose	» 63
Quali decisioni accettare	» 66
Investimenti nella mancata decisione	» 68
Nuove decisioni	» 70
5. L'incertezza nascosta	» 72
L'universo alternativo dell'aeroporto	» 75
La minaccia dell'IA per gli aeroporti	» 75
Regole accomodanti	» 77
Sistemi serra	» 79
6. Le regole sono il collante	» 82
Le persone sono diverse tra loro	» 84
Another brick in the wall	» 85
Scollare le regole	» 88

Parte 3 Sistemi

7. Sistemi "lubrificati" e sistemi "incollati"	» 95
La regola più costosa	» 95
Il Covid-19 come problema predittivo	» 97
Sistemi "lubrificati"	» 102
8. La mentalità sistemica	» 105
Valore e costo a confronto	» 109
La sfida del cambiamento sistemico	» 111
Attendere il momento opportuno	» 116
9. Il sistema più grande di tutti	» 118
L'invenzione di un metodo d'invenzione	» 119
Nuovi sistemi di innovazione	» 120
Riconoscere i sistemi	» 125

Parte 4 Il potere

10. Potere e <i>disruption</i>	pag. 129
La previsione può essere dirompente	» 130
Minacce dirompenti	» 133
Il dilemma del cambiamento sistemico	» 136
<i>Disruption</i> e opportunità	» 138
11. Le macchine hanno potere?	» 140
Diventare globali	» 142
Vi sentite fortunati?	» 144
La responsabilità per il giudizio su vasta scala	» 148
12. Accumulare il potere	» 151
I dati e il business delle previsioni	» 152
Previsioni minime	» 154
Cicli di feedback veloci	» 156
Previsioni differenziate	» 158
Sistemi di feedback	» 160
Il vincitore si prende quasi tutto	» 161

Parte 5 La *disruption* prodotta dall'intelligenza artificiale

13. Il grande disgiungimento	» 165
La chiave per le decisioni è il giudizio	» 166
La previsione dell'IA costringe al giudizio esplicito	» 168
L'opportunità del giudizio	» 173
14. Il pensiero probabilistico	» 176
Il pensiero come scommessa	» 177
Accettare l'incertezza	» 179
La mancanza del giudizio limita l'IA	» 181
Trovare il giudizio	» 181
Pianificare tutto	» 182
Il viaggio dell'esperienza	» 184
Una Food and Drug Administration per ogni settore	» 185
Chi sono i giudici adatti?	» 186
15. I nuovi giudici	» 189
Chi prenderà le decisioni?	» 192

Il talento per le decisioni	pag. 194
(De)centralizzazione	» 198
Giudizio e controllo	» 201

Parte 6

Immaginare nuovi sistemi

16. Progettare sistemi affidabili	» 205
La frusta dell'IA	» 206
Il valore del coordinamento	» 208
Il valore della modularità	» 209
Il valore della progettazione	» 211
Sistemi di navigazione	» 212
Sistemi gemelli	» 214
I sistemi per l'IA	» 216
17. Tabula rasa	» 218
Pensare da economista	» 219
L'AI Systems Discovery Canvas	» 221
Il settore assicurativo	» 222
L'impatto della personalizzazione	» 227
18. Anticipare il cambiamento sistemico	» 231
Soluzioni funzionali e applicative	» 233
Il sistema lo può gestire?	» 234
La medicina d'emergenza e il canovaccio	» 236
Scelte sistemiche	» 239
È difficile fare previsioni relative ai sistemi	» 241
Epilogo. I <i>bias</i> dell'intelligenza artificiale e i sistemi	» 245
L'opportunità antidiscriminatoria	» 246
Rilevare le discriminazioni	» 248
Non ci sono due persone uguali. A meno che non lo siano	» 249
Correggere le discriminazioni	» 251
Dentro la scatola dell'IA	» 251
Ci vuole un sistema	» 254
Ringraziamenti	» 259
Gli autori	» 261

Prefazione. Un successo che viene da lontano?

Quando, nel 2018, pubblicammo *Macchine predittive*, pensavamo di aver detto tutto ciò che serviva relativamente agli aspetti economici dell'intelligenza artificiale (IA)¹.

Per quanto fossimo consapevoli che la tecnologia avrebbe continuato a evolvere – l'IA era allora ai primordi – sapevamo che dal punto di vista economico non sarebbe stato così. È la bellezza dell'economia. Le tecnologie cambiano, l'economia no. In quel libro delineammo un modello economico che resta valido ancora oggi. Tuttavia, tale modello raccontava solo una parte della storia, quella relativa alle *soluzioni funzionali*. Negli anni trascorsi da allora, abbiamo scoperto che un altro elemento essenziale della storia dell'IA rimaneva da raccontare, quello riguardante i *sistemi*. È la storia che racconteremo in questo libro. Anzitutto, come abbiamo fatto a tralasciarla? Per spiegarlo, torniamo al 2017, quando stavamo scrivendo *Macchine predittive*.

Allora, a dieci anni dalla dimostrazione da parte dei pionieri canadesi dell'IA della superiorità del deep learning nella classificazione delle immagini, stava esplodendo l'interesse per la nuova tecnologia. L'IA era sulla bocca di tutti e si riteneva che potesse lanciare il Canada sul palcoscenico internazionale dell'high tech. Non era questione di se, ma di quando.

Fu allora che decidemmo di avviare una start-up scientifica, il Creative Destruction Lab, con un settore dedicato all'intelligenza artificiale. Tutti si chiedevano: “Dove pensate che emergerà il primo unicorno canadese, la prima start-up in grado di raggiungere una valutazione di un milione di

1. Agrawal A., Gans J., Goldfarb A., *Prediction Machines. The Simple Economics of Artificial Intelligence*, Harvard Business Review Press, Boston, 2018; trad. it. *Macchine predittive. Come l'intelligenza artificiale cambierà lavoro e imprese*, FrancoAngeli, Milano, 2019 [n.d.r.].

dollari?”. Noi rispondevamo: “A Montreal. O forse a Toronto. O magari a Edmonton”.

Non eravamo gli unici a pensarla così. Anche il governo canadese avrebbe scommesso su quelle città. Il 26 ottobre 2017, durante la nostra conferenza annuale dedicata all’IA presso il Creative Destruction Lab e intitolata “Machine Learning and the Market for Intelligence”, ricevemmo la visita del primo ministro Justin Trudeau². Nel suo intervento, Trudeau sottolineò l’importanza di investire nei cluster, aree geografiche caratterizzate dalla presenza di diversi soggetti (grandi imprese, start-up, università, investitori e persone di talento) di un particolare settore, dove l’intero è maggiore della somma delle parti, per accrescere l’innovazione e creare occupazione. L’idea che stava alla base di questa convinzione era che la posizione geografica fosse qualcosa di importante. Trascorsi pochi mesi, il governo Trudeau annunciò un finanziamento cospicuo per cinque nuovi “supercluster”, compreso quello basato sull’IA a Montreal³.

Noi eravamo convinti delle possibilità di commercializzazione dell’IA. Dopotutto si supposeva che fossimo gli esperti mondiali di questo argomento. Eravamo gli autori di un best-seller dedicato agli aspetti economici dell’intelligenza artificiale; avevamo pubblicato una sfilza di articoli accademici e di saggi di management sull’argomento; stavamo curando quello che sarebbe diventato il riferimento per gli studenti di dottorato in materia, *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*; avevamo avviato un programma per la commercializzazione dell’IA, che, per quel che ne sapevamo, tra tutti i programmi simili nati in quegli anni, era quello che vedeva coinvolto il più alto numero di imprese che si occupavano di intelligenza artificiale; stavamo organizzando presentazioni per le aziende e per i capi di governo in tutto il mondo e facevamo parte di comitati, task force e tavole rotonde dedicate al tema.

La nostra idea che l’intelligenza artificiale dovesse essere considerata in termini di previsione trovava riscontro nell’operato dei professionisti. Venimmo invitati a tenere presentazioni da Google, Netflix, Amazon, Facebook e Microsoft. Gustav Söderström, responsabile di prodotto, dei dati e dei pro-

2. Qui potete trovare la conversazione che, nel corso della nostra conferenza, il primo ministro fece con Shvion Zilis, direttore operativo e dei progetti speciali di Neuralink, l’azienda di Elon Musk che sta costruendo un’interfaccia macchina-cervello: “Justin Trudeau in Conversation with Shvion Zillis”, YouTube, 9 novembre 2017, <https://www.youtube.com/watch?v=zmA1KXUaS8&t=853s>.

3. “About Canada’s Innovation Superclusters”, Government of Canada, <https://www.ic.gc.ca/eic/site/093.nsf/eng/00016.html>.

getti di Spotify, uno dei maggiori fornitori di streaming musicali a livello mondiale, nel corso di un'intervista, citando il nostro libro, disse:

[Gli autori] lo spiegano bene nel loro libro *Macchine predittive*. Pensate alle previsioni di un sistema di machine learning come alla manopola del volume di una radio... Continuando a girarla, arriverete a un punto in cui accadrà che le vostre previsioni diventeranno molto precise e supererete una soglia oltre la quale capirete che dovrete proprio ripensare il vostro modello di business e di prodotto basato sul machine learning... Con Discover Weekly siamo passati da un paradigma “shopping-then-shipping” a uno “shipping-then-shopping”, come descritto [da *Macchine predittive*]. Abbiamo raggiunto un livello di accuratezza [di previsione] grazie al quale non ci limitiamo più solo a fornire agli utenti gli strumenti migliori per costruirsi una playlist, ma proponiamo una playlist settimanale, permettendo loro di salvare le tracce che più apprezzano. La nostra visione è passata da “vi diamo strumenti sempre più precisi per farvi una playlist” a “non dovrete mai più farvi una playlist”⁴.

Il nostro approccio – progettare per un mondo in cui la previsione adattata alla qualità è molto economica – si è rivelato di importanza pratica e ha fornito indicazioni preziose sulla strategia da seguire in materia di intelligenza artificiale.

Perché mai eravamo così convinti che il primo unicorno sarebbe venuto da Montreal, Toronto o Edmonton? Eravamo in contatto con due recenti premi Turing (l'equivalente del premio Nobel per l'informatica), riconosciuti per il loro lavoro pionieristico con il deep learning, che provenivano da Montreal e Toronto, nonché con uno dei massimi precursori dell'apprendimento per rinforzo (*reinforcement learning*), che risiedeva a Edmonton. Il governo canadese si apprestava a finanziare generosamente tre nuove istituzioni, a Montreal, Toronto ed Edmonton, dedicate al machine learning. Molte multinazionali si stavano affrettando ad avviare laboratori per lo studio dell'IA a Montreal (Ericsson, Facebook, Microsoft, Huawei, Samsung), Toronto (Nvidia, LG Electronics, Johnson & Johnson, Roche, Thomson Reuters, Uber, Adobe) ed Edmonton (Google/DeepMind, Amazon, Mitsubishi, IBM).

Dobbiamo ammettere che pensavamo di saperne molto sulla commercializzazione dell'IA. Ma la nostra ipotesi si rivelò sbagliata. E non di poco. Il primo unicorno canadese nato nell'ambito dell'intelligenza artificiale non si trovava a Montreal, Toronto o Edmonton (e nemmeno a Vancouver, Calgary, Waterloo o Halifax, che ritenevamo le altre località in cui una realtà di que-

4. “04: Human vs. Machine”, *Spotify: A Product Story*, podcast, marzo 2021, <https://open.spotify.com/episode/OT3nb0PcpvqA4o1BbbQWpp>.

sto tipo avrebbe potuto vedere la luce). Ma se non veniva da queste città – i centri tecnologici del Canada – da dove altro poteva mai arrivare?

Il 19 novembre 2020, il *Wall Street Journal* titolava: “Nasdaq to Buy Anti-Finacial Crime Firm Verafin for \$ 2,75 Billion”. Verafin ha sede a St. John’s, Terranova. Pochissime persone, e certamente non noi, avrebbero previsto che il primo unicorno nell’ambito dell’IA in Canada sarebbe nato in questa città sulla punta nord-orientale del Nord America.

St. John’s, a Terranova, è il luogo più lontano che possiate immaginare dal centro delle attività economiche. Terranova è la provincia più orientale del Canada, con una popolazione di appena mezzo milione di abitanti. Non appare sul radar della comunità tecnologica. Negli Stati Uniti se ne senti parlare diffusamente per la prima volta solo quando il musical di successo di Broadway *Come from Away* venne nominato per ben quattro categorie ai Tony Awards del 2017. Il musical si basa sulla storia vera di ciò che accadde durante la settimana seguente gli attacchi dell’11 settembre, quando trentotto aeroplani ricevettero l’ordine di atterrare a Terranova e i gioiviali abitanti del luogo accolsero i settemila passeggeri bloccati provenienti “da lontano”. Ma è proprio lì, a Terranova, che i Brendan Brothers, Jamie King e Raymond Pretty, hanno fondato Verafin, società che fornisce software per il rilevamento delle frodi a tremila istituzioni finanziarie del Nord America. Come abbiamo fatto a non capirlo? Si è trattato di un puro colpo di fortuna? Solo casualità? Anche gli esperti ogni tanto sbagliano. Del senno di poi son piene le fosse. Esiste sempre la possibilità che accada un evento a bassa probabilità.

Ciò che il NASDAQ stava acquistando era l’intelligenza artificiale. Verafin aveva effettuato investimenti massicci, realizzando strumenti in grado di prevedere le frodi e di confermare l’identità dei clienti delle banche. Si trattava di funzioni essenziali per le istituzioni finanziarie sia in termini di operatività, sia in termini di ottemperanza alle regole. Per arrivare ad avere strumenti affidabili occorrono i big data e quelli a disposizione degli istituti di credito sono “big” più degli altri.

Riflettendoci, non era così strano che un’azienda come Verafin potesse essere la prima della classe. Era inevitabile. La nostra attenzione sulle *possibilità* delle macchine predittive ci ha impedito di vedere le *probabilità* che si realizzassero sviluppi commerciali concreti. Ci siamo concentrati sulle proprietà economiche dell’IA – diminuire il costo della previsione – e abbiamo trascurato gli aspetti economici della costruzione di un nuovo *sistema* nel quale l’IA è inserita.

Se allora avessimo capito meglio questo risvolto, invece di concentrarci sui grandi passi avanti nel produrre modelli avanzati di machine learning, avremmo esplorato il territorio delle applicazioni focalizzate sui problemi di

previsione, dove i *sistemi* in cui tali applicazioni sarebbero state incorporate erano già pensati per la previsione da parte di macchine e non ne richiedevano da parte di esseri umani. Avremmo cercato imprese che già impiegavano grandi team di data scientist che avevano integrato i dati predittivi nel flusso di lavoro delle loro organizzazioni. Avremmo così scoperto rapidamente che la maggior parte di queste imprese erano istituzioni finanziarie, all'interno delle quali grandi team di data scientist lavorano per contrastare le frodi e il riciclaggio di denaro, per stabilire adeguate sanzioni per le inadempienze dei clienti e per prevenire altri reati finanziari⁵. Avremmo quindi cercato piccole imprese che stavano adottando le più recenti soluzioni nell'ambito dell'IA per affrontare questi problemi, scoprendo che, al tempo, c'erano solamente alcune aziende con queste caratteristiche in Canada. Una di queste si chiamava Verafin e aveva sede a St. John's, Terranova.

Era il momento di tornare a riflettere maggiormente sugli aspetti economici dell'IA. L'approccio di Verafin seguiva i suggerimenti contenuti in *Macchine predittive*. Nulla di sorprendente. Ciò che risultava meno ovvio era il motivo per cui un certo numero di altre applicazioni richiedeva più tempo per essere impiegata su larga scala. Capimmo che non dovevamo considerare solo gli aspetti economici della specifica tecnologia, ma anche quella dei sistemi all'interno dei quali tale tecnologia operava. Dovevamo comprendere il modo in cui le forze economiche avevano portato, da una parte, a un'adozione *rapida* dell'IA nel settore finanziario (per il rilevamento delle frodi bancarie) e nell'ambito del commercio elettronico (per consigliare prodotti ai clienti), dall'altra a un'adozione *lenta* dell'IA in campo assicurativo (per la sottoscrizione di polizze) e nell'industria farmaceutica (per lo sviluppo di nuovi medicinali).

Non eravamo i soli ad aver sottovalutato le sfide dell'implementazione dell'IA negli schemi organizzativi esistenti. Anche il nostro collega dell'Università di Toronto, Geoffrey Hinton, che si è guadagnato l'appellativo di "padrino dell'IA" per il suo lavoro pionieristico sul deep learning, aveva fatto valutazioni che sottostimavano la difficoltà di implementazione⁶. Scherzando,

5. Il riciclaggio di denaro è un grosso problema. Le Nazioni Unite stimano che ogni anno vengano riciclati dal sistema finanziario fino a due trilioni di dollari. Secondo Oliver Wyman, una società internazionale di consulenza manageriale, il mercato per l'automazione e per il software dedicato vale 13 miliardi di dollari. Nasdaq, "Nasdaq to Acquire Verafin, Creating a Global Leader in the Fight Against Financial Crime", comunicato stampa, 19 novembre 2020, <https://www.nasdaq.com/press-release/nasdaq-to-acquire-verafin-creating-a-global-leader-in-the-fight-against-financial>.

6. Vella E., "Tech in T.O.: Why Geoffrey Hinton, the 'Godfather of A.I.', Decided to Live in Toronto", *Global News*, 8 ottobre 2019, <https://globalnews.ca/news/5929564/geoffrey-hinton-artificial-intelligence-toronto/>.

aveva dichiarato: “Se fai il radiologo, sei come il coyote che ha già oltrepassato il bordo del dirupo, ma non ha ancora guardato giù e quindi non si avvede che gli manca la terra sotto i piedi. Le università dovrebbero smettere di formare radiologi. È scontato che entro cinque anni il deep learning opererà meglio di questi specialisti”⁷. Hinton aveva ragione relativamente al ritmo dei progressi tecnici – attualmente l’IA supera i radiologi in molte mansioni diagnostiche – ma a cinque anni dalla sua dichiarazione l’American College of Radiology non riferisce di un calo nel numero di nuovi studenti in radiologia.

Abbiamo allora cominciato a renderci conto che stavamo vivendo un momento straordinario della storia: il “tempo di mezzo”. Un’epoca che veniva *dopo* quella in cui si era diffusa la consapevolezza della potenza di questa tecnologia, ma *prima* del periodo della sua capillare diffusione. Alcune implementazioni sono quelle che chiamiamo *soluzioni funzionali*. Esse sono semplici e chiare. Per le aziende, si tratta di una semplice sostituzione dei dati analitici predittivi generati da macchine obsolete con i nuovi strumenti offerti dall’IA (ciò avviene rapidamente, come per Verafin). Altre implementazioni richiedono invece la riprogettazione del prodotto o del servizio e che l’azienda sia in grado di gestire il processo per comprendere a fondo i vantaggi dell’intelligenza artificiale e giustificare i costi dell’adozione. In quest’ultimo caso, le imprese e i governi sono in corsa per trovare una via profittevole per questi sviluppi.

Abbiamo dunque progressivamente spostato il nostro focus dall’esplorazione delle reti neurali all’analisi della cognizione umana (in che modo prendiamo decisioni), del comportamento sociale (perché le persone in alcuni settori non vedono l’ora di adottare l’IA mentre in altri sono riluttanti a farlo), dei sistemi di produzione (in che modo alcune decisioni dipendono da altre decisioni) e delle strutture industriali (in che modo abbiamo occultato determinate decisioni per difenderci dall’incertezza).

Per esplorare questi fenomeni, abbiamo incontrato leader di diverse aziende, responsabili di prodotto, imprenditori, investitori, data scientist e informatici che operano sull’IA. Abbiamo organizzato workshop e conferenze con esperti e decisori politici e abbiamo analizzato in dettaglio ciò che funzionava e non funzionava attraverso centinaia di esperimenti sotto forma di start-up dedicate all’IA e finanziate da venture capital.

Naturalmente, siamo anche ritornati ai fondamenti dell’economia per comprendere meglio il fiorente campo di ricerca empirica sugli aspetti eco-

7. Hinton G., “On Radiology”, Creative Destruction Lab: Machine Learning and the Market for Intelligence, YouTube, 24 novembre 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=2HM-PRXstSvQ>.

nomici dell'IA, che era quasi inesistente pochi anni fa, durante la stesura del nostro primo libro sull'argomento. Abbiamo cominciato a unire i puntini e a dare forma a un modello economico che distingue le soluzioni funzionali da quelle sistemiche, in grado non solo di spiegare il caso di Verafin, ma anche di fornire una previsione affidabile sulla prossima ondata di adozioni dell'IA. Concentrandoci sulle soluzioni di sistema anziché su quelle funzionali, siamo stati in grado di spiegare in che modo questa tecnologia si diffonderà in tutti i settori, rafforzando alcune aziende dominanti e sconvolgendone altre. Era giunto il momento di scrivere un altro libro: questo che avete ora tra le mani.

Parte 1

Il tempo di mezzo

L'elettricità ha modificato la nostra società e il nostro modo di vivere. Ci ha dato luce sicura e a basso costo a portata di un semplice click di interruttore, riducendo il carico dei lavori domestici grazie a beni di consumo come il frigorifero, la lavatrice e l'aspirapolvere. Essa ha cambiato anche il nostro modo di lavorare, fornendo energia a impianti produttivi e ascensori. Che cosa è servito per realizzare tutto ciò? Tempo.

L'attuale ubiquità dell'elettricità rende difficile immaginare che, al volgere del Ventesimo secolo, vent'anni dopo l'invenzione della lampada a incandescenza da parte di Thomas Edison, nessuno ne sapesse nulla. Nel 1879, come è noto, Edison presentò la sua invenzione, la lampadina, e pochi anni dopo mise illuminò la Pearl Street Station a Manhattan e le strade della città. Eppure, dopo vent'anni, solo il 3 per cento delle famiglie americane aveva l'elettricità. La percentuale delle fabbriche elettrificate era lievemente più elevata (si veda la Figura 1.1). Purtroppo, trascorso un ulteriore ventennio, l'elettricità riguardava ancora solo metà della popolazione. Quei quarant'anni sono stati il "tempo di mezzo" dell'elettricità.

In quegli anni c'era molto entusiasmo nei confronti di quella nuova tecnologia, ma poco da mostrare. Questo tendiamo a dimenticarlo oggi, all'emergere di nuove importanti tecnologie. Quando una luce si accende non avviene subito un cambiamento radicale. La luce dell'intelligenza artificiale è ora accesa, ma c'è ancora tanto da fare. Ci troviamo nel tempo di mezzo dell'IA: tra la dimostrazione delle capacità di questa tecnologia e la realizzazione delle sue promesse, che corrisponderà alla sua diffusione capillare.

Per l'intelligenza artificiale il futuro è incerto, però abbiamo visto il percorso seguito dall'elettricità. Pertanto, per comprendere le sfide che dovranno essere affrontate per arrivare alla commercializzazione dell'IA, possiamo provare a entrare nella mente degli imprenditori degli anni Ottanta dell'Ot-

tocento. L'elettricità è il futuro. Come dobbiamo muoverci per far sì che diventi il presente?

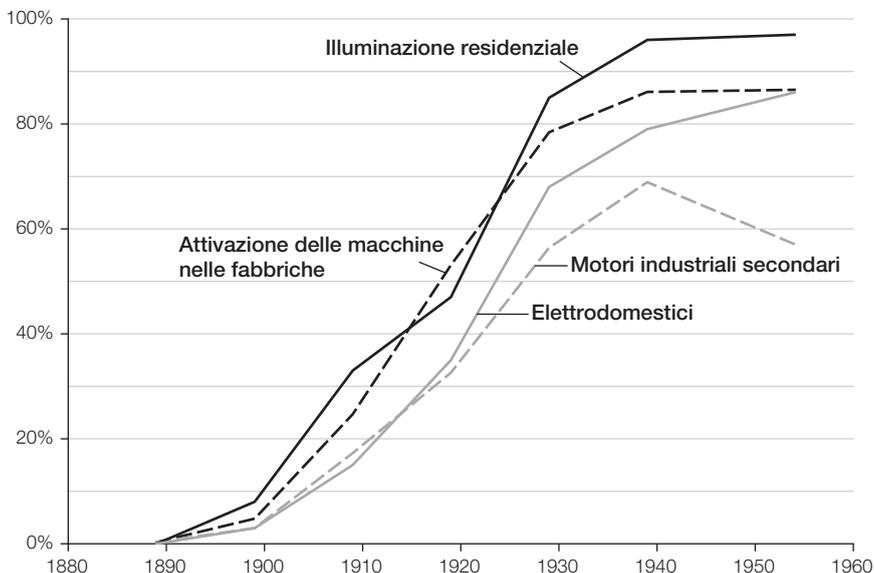


Figura 1.1 – L'utilizzo dell'elettricità negli Stati Uniti

Fonte: David P.A., "Computer and Dynamo: The Modern Productivity Paradox in a Not-Too-Distant Mirror" (working paper #339, Stanford University, Department of Economics, 1989), twerp339.pdf (warwick.ac.uk).

L'imprenditore della soluzione funzionale

Il vapore ha sostenuto l'economia per tutta la seconda metà del Diciannovesimo secolo. Si usava il carbone per scaldare l'acqua, la quale generava l'energia necessaria per azionare leve, pulegge e cinghie, che, a loro volta, consentivano la produzione industriale. Il vapore era il miracolo su cui si fondava la maggiore rivoluzione economica dai tempi della nascita dell'agricoltura. Perciò, un imprenditore che avesse voluto vendere elettricità avrebbe dovuto incoraggiare i potenziali clienti a osservare il vapore nel dettaglio e a individuarne i difetti.

Confrontando il vapore con l'elettricità, questi difetti non erano difficili da notare. Il vapore dissipava calore – era questo lo scopo per il quale veniva impiegato – ma ne sprecava molto. Il motore a vapore perdeva dal 30 all'85 per cento della potenza a causa della condensazione, di valvole difettose e dell'attrito dovuto all'uso di albero e cinghia per trasferire la potenza

alle postazioni di lavoro¹. Il sistema ad albero può essere difficile da immaginare. Dovete pensare a una fonte di energia collegata a un'estremità a un albero rotante del diametro di otto centimetri di ferro o d'acciaio, il quale consente l'operatività di cinghie e pulegge poste sull'intera sua lunghezza. Alcuni alberi sono orizzontali, ma molte fabbriche hanno più piani e la configurazione degli alberi in esse è verticale. Per esempio, un albero potrebbe alimentare centinaia di telai.

La prima opportunità rappresentata dall'elettricità era quella di essere una fonte di energia alternativa al vapore. Frank Sprague, un ex dipendente di Edison, immaginò proprio questo impiego quando, nel 1886, sviluppò uno dei primi motori elettrici. Mentre Edison era orientato allo sviluppo dell'illuminazione, Sprague era tra coloro che compresero che l'utilizzo diurno dell'energia elettrica sarebbe stato conveniente e che i motori elettrici avrebbero potuto avvantaggiarsene. Sprague applicò le sue idee a tram e ascensori. Altri si incaricarono di portare i motori nelle fabbriche.

Si trattava di “soluzioni funzionali” perché questi inventori sostituirono il vapore con la nuova fonte di energia, l'elettricità, in quella che allora era la sua funzione principale all'interno della fabbrica. Gli imprenditori delle soluzioni funzionali di fine Ottocento trovarono due tipi di clienti disposti a considerare l'energia elettrica come una nuova fonte di energia. Un primo tipo di cliente era costituito dai grandi stabilimenti alimentati a vapore. Uno stabilimento situato a Columbia, nella Carolina del Sud, rinunciò al vapore per l'energia elettrica nel 1893. La soluzione idroelettrica rappresentava un sostituto semplice per un sistema di trasmissione in cavo lungo un miglio. L'energia fornita era la più economica del Paese². Un altro tipo di cliente era costituito dai produttori di abbigliamento e tessili. I problemi del vapore erano la sua mancanza di igiene e le potenziali discontinuità nella velocità generata dall'energia. L'elettricità migliorò le qualità di entrambi i parametri.

Il valore promesso dagli imprenditori della soluzione funzionale era dato da un costo energetico inferiore e da altri benefici specifici per alcuni tipi di fabbriche. Si trattava chiaramente della vendita di una soluzione plug-and-play. Una vendita che tuttavia in molti casi rimaneva difficile da concludere. Solo una parte della bolletta energetica può infatti essere ridotta cambiando fonte di energia. Ciò che la soluzione funzionale non offriva era *un motivo per usare più energia*.

1. Du Boff R.B., “The Introduction of Electric Power in American Manufacturing”, *Economic History Review*, 20, n. 3 (1967), pp. 509-518, <https://doi.org/10.2307/2593069>.

2. Du Boff, “The Introduction of Electric Power in American Manufacturing”.

L'imprenditore della soluzione applicativa

Quando un motore a vapore era in funzione, continuava a girare. Un motore elettrico poteva invece essere spento e riacceso. Pertanto, mentre il vapore fluiva lungo l'albero e i singoli operatori per impiegarlo dovevano attivare diversi comandi che collegavano e scollegavano le macchine, il motore elettrico veniva semplicemente acceso e spento direttamente su ogni macchina. Il procedimento era più semplice e richiedeva minore manutenzione³. Ma questo significava che la quantità di energia variava con l'uso. Come ha osservato lo storico dell'economia Nathan Rosenberg, ciò ha dato vita a un'era di "energia frammentaria", dove "diventava possibile fornire energia in unità molto piccole e meno costose e anche in modo da non richiedere la generazione di quantità extra per la fornitura di 'dosi' piccole o intermittenti di energia"⁴.

In questo caso, l'intuizione imprenditoriale era stata quella di capire che l'elettricità richiedeva meno energia o, meglio, la richiedeva solo quando ce n'era bisogno. Questa intuizione cominciò a produrre alcuni cambiamenti nella progettazione degli spazi. Vennero inoltre dedicate specifiche fonti di energia a seconda dei diversi tipi di macchine che dovevano essere alimentate, mentre alcuni ingegneri iniziarono a immaginare motori elettrici per ogni singola macchina oppure per gruppi di macchine: la convenienza era notevole perché si pagava solamente per l'energia consumata quando le macchine erano in uso.

La grande innovazione fu quella di montare un motore su ogni macchina. Oggi, la definiremmo una "soluzione applicativa". Anziché procedere al cambio di fonte di energia, si modificava l'intero dispositivo (vale a dire, l'applicazione). Inoltre, alcune macchine diventarono molto più mobili. Non essendo associate a un albero centrale, esse potevano essere spostate. Non era più il lavoro a dover raggiungere le macchine, ma queste ultime a muoversi verso il lavoro.

Questa era la promessa; nella realtà ciò significava che ogni singolo macchinario – trapani, taglierine o presse – doveva essere completamente riprogettato per beneficiare del motore singolo⁵. Inoltre, gli stessi motori non

3. Devine W.D., "From Shafts to Wires: Historical Perspective on Electrification", *Journal of Economic History*, 43, n. 2 (1983), pp. 347-372.

4. Rosenberg N., *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, New York, 1982, p. 78; trad. it. *Dentro la scatola nera*, il Mulino, Bologna, 2001.

5. Rosenberg N., "Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910", *Journal of Economic History*, 23, n. 4 (1963), pp. 414-443.

potevano essere costruiti in serie, ma dovevano essere realizzati su misura, a seconda della macchina o dell'uso. Le opportunità di soluzioni applicative non mancavano, ma le apparecchiature dovevano essere progettate. Inoltre, progettando un macchinario con il suo motore si riduceva il valore di qualunque motore destinato ad alimentare altri dispositivi. Ovviamente, trovare il giusto equilibrio avrebbe richiesto la riprogettazione di molte macchine. E ciò significava creare un nuovo sistema, per il quale serviva tempo.

L'imprenditore della soluzione sistemica

Durante il periodo della Rivoluzione Industriale, le fabbriche venivano progettate in modo tale da poter sfruttare l'energia generata dal vapore. Come abbiamo visto, una singola fonte di energia era distribuita ai singoli macchinari attraverso un albero centrale, al quale erano collegate cinghie e pulegge. La fabbrica appariva agli occhi dei contemporanei come una sola grande macchina all'interno della quale i singoli lavoratori non erano altro che ingranaggi. Da un punto di vista generale, si trattava di un congegno con centinaia di parti mobili collegate a un singolo ingresso dell'alimentazione. Disporre di un nuovo tipo di energia non cambiava la situazione. Tuttavia, la disponibilità di nuovi macchinari stimolò alcuni imprenditori a ripensare la fabbrica. Supponete che gli alberi centrali o anche quelli dedicati a specifici gruppi di macchine non esistessero. *Che forma avrebbe potuto avere una fabbrica progettata da zero partendo da quel che si sapeva allora a proposito dell'elettricità?*

Le fabbriche erano costruite in modo che le macchine fossero in prossimità della fonte di energia. Ciò significava che era avvantaggiata una soluzione verticale con linee di produzione distribuite su più piani. Le soffocanti fabbriche di fine Ottocento avevano i loro costi in termini di condizioni di lavoro, sicurezza e prestazioni delle macchine. L'elettricità eliminò il bisogno di ammassare tutta questa roba in uno spazio angusto.

Molti altri imprenditori compresero che il vero valore dell'elettricità sarebbe derivato da una soluzione sistemica, nello specifico da un sistema che avrebbe potuto beneficiare di tutto ciò che l'elettricità aveva da offrire. Con "sistema", intendiamo *una serie di procedure che, prese nel loro insieme, garantiscono che qualcosa venga eseguito.*

Pensate allo spazio all'interno di una fabbrica. Esso era organizzato in funzione dello sfruttamento dell'energia prodotta dal vapore e caratterizzata dalla presenza dell'albero centrale. Lo spazio immediatamente adiacente all'albero aveva dunque più valore rispetto allo spazio restante. Il lavoro,

perciò, era svolto in prossimità dell'albero, mentre tutto ciò che non serviva subito veniva archiviato altrove. Molto materiale veniva spostato da un posto all'altro a seconda delle richieste di energia.

L'elettricità mise tutti gli spazi della fabbrica sullo stesso piano dal punto di vista del valore economico, garantendo flessibilità. Valeva la pena a quel punto organizzare la produzione in una catena di montaggio, in modo da ridurre gli spostamenti del materiale e operando da un processo a quello successivo. Henry Ford non avrebbe potuto inventare la catena di montaggio per la Model T con l'energia del vapore. Solo l'elettricità, dopo che fu evidente il suo valore commerciale, avrebbe potuto portare a questo risultato. Certo, Ford è stato un imprenditore del settore automobilistico, ma è anche un esempio di imprenditore focalizzato sulla soluzione sistemica. Questi cambiamenti di sistema mutarono il paesaggio industriale. Solo allora l'elettificazione comparve nelle statistiche sulla produttività e lo fece alla grande⁶.

Gli imprenditori dell'intelligenza artificiale

Da quanto finora esposto, possiamo trarre tre lezioni. Prima lezione: i grandi incrementi di produttività si verificano quando si comprende ciò che una tecnologia può offrire. Un imprenditore che nel 1890 sceglieva l'elettricità si concentrava soprattutto sul "risparmio di energia", avendo la percezione che fosse quello il valore essenziale della nuova tecnologia. Ma l'elettricità non era solo un motore a vapore più economico. Il suo valore reale consisteva nel modo di separare l'uso di energia dalla sua fonte. Ciò affrancava gli utenti dal vincolo della distanza, aprendo la porta a un profluvio di migliorie nella progettazione delle fabbriche e del flusso di lavoro. Un imprenditore che optava per l'elettricità nel 1920 si immaginava che la proposta di valore primario non fosse "risparmiare energia" bensì "rendere possibile una configurazione della fabbrica notevolmente più produttiva".

Nel corso dei prossimi anni ci aspettiamo di vedere accadere la stessa cosa con l'intelligenza artificiale. Come abbiamo già avuto modo di osservare, anche in questo ambito le opportunità imprenditoriali iniziali hanno portato a soluzioni funzionali, come quella adottata da Verafin, che ha scambiato un modo di fare previsioni con un altro migliore, più rapido ed economico.

Esistono però anche soluzioni applicative, che richiedono la riprogettazione di apparecchiature e prodotti che devono essere adattati all'IA. Sono

6. David P.A., "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox", *American Economic Review*, 80, n. 2 (1990), pp. 355-361.

applicazioni tutti i robot alimentati dall'intelligenza artificiale, così come lo sono molte di quelle soluzioni che, grazie all'intelligenza artificiale, hanno migliorato i software installati su molti dispositivi elettronici. Considerate la fotocamera del vostro telefono, che è in grado di identificare il vostro volto. Essa ha bisogno di un obiettivo speciale e di un hardware dedicato per la sicurezza delle informazioni. Ma, forse, la spinta più evidente a favore di questo genere di innovazioni è stata quella data dai numerosi miliardi di dollari investiti nel tentativo di progettare e promuovere veicoli a guida autonoma nelle condizioni stradali esistenti. Le automobili esteriormente non hanno subito grandi trasformazioni, ma l'hardware interno ha dovuto essere riorganizzato per permettere il posizionamento dei sensori, l'elaborazione di bordo, il controllo automatico della macchina.

Ciò che ancora non abbiamo considerato è il gran numero di soluzioni di grande valore che probabilmente emergeranno nel prossimo futuro. Questo libro prova a individuare le potenzialità nonché le sfide nella realizzazione di tali opportunità.

Seconda lezione: una volta capito questo, dobbiamo porre una domanda piuttosto semplice, ma la cui risposta è difficile. Dato quel che conosciamo dell'intelligenza artificiale, come dovremmo progettare i nostri prodotti, i nostri servizi e i nostri stabilimenti, se dovessimo iniziare da zero? Le architetture industriali su un solo livello non esistevano nell'industria tradizionale ottocentesca, ma apparvero solamente nel Novecento, in settori come quello del tabacco, della lavorazione dei metalli, della produzione di macchine per i trasporti e di dispositivi elettrici. Percepriamo un'eco di tale cambiamento nei pionieristici sistemi incentrati sull'IA tipici dei nuovi settori digitali di oggi: motori di ricerca, e-commerce, piattaforme di contenuti in streaming e social network.

Riguardo all'intelligenza artificiale, possiamo porci queste due domande: (1) Quali reali vantaggi ci offre? (2) Dovendo riprogettare la nostra attività da zero, in che modo svilupperemo i nostri processi e i nostri modelli di business? Come l'elettricità non significava solo "energia a un costo inferiore" ma anche "possibilità di progettare fabbriche molto più produttive", anche l'IA, forse, non rappresenterà soltanto un vantaggio derivante da "costi inferiori delle previsioni" ma anche una "possibilità per sviluppare prodotti, servizi e organizzazioni più produttive". Mentre il vantaggio fondamentale dell'elettricità era quello di separare l'uso dell'energia dalla sua fonte, il che agevolava l'innovazione nella progettazione degli stabilimenti, il vantaggio fondamentale dell'IA è quello di disgiungere la previsione dal resto del processo decisionale, il che facilita l'innovazione nella progettazione aziendale tramite il ripensamento del modo in cui le decisioni sono tra loro connesse.

Noi sosteniamo che, separando la previsione da altri aspetti della decisione e trasferendola dagli esseri umani alle macchine, l'intelligenza artificiale consentirà l'innovazione a livello di sistema. Il processo decisionale è infatti componente essenziale dei sistemi organizzativi e l'uso dell'IA permetterà di potenziarlo.

La terza e ultima lezione: tipi diversi di soluzioni forniscono differenti opportunità di guadagnare forza sui mercati. Gli imprenditori realizzano profitti quando creano e catturano valore. Il problema delle soluzioni funzionali è che spesso il valore da esse generato è piuttosto ridotto. L'elettricità era l'energia che avrebbe sostituito il vapore, ma quest'ultimo aveva il vantaggio che esistevano già degli impianti per la sua produzione installati. La scelta di passare da una fonte all'altra non era priva di costi. Il valore della proposta stava poi in una bolletta energetica ridotta. In altre parole, gli imprenditori di soluzioni funzionali possono ottenere profitti significativi – come ha dimostrato Verafin – mostrandosi i migliori nel fornire una specifica soluzione, ma questo solo nel caso del migliore scenario possibile⁷.

Spostandoci alle applicazioni e poi ai sistemi, il valore creato dagli imprenditori diventa più difendibile. Si possono differenziare i dispositivi da quelli della concorrenza e li si può tutelare con brevetti o con altre forme di protezione della proprietà intellettuale. Per i nuovi sistemi, le potenzialità sono anche maggiori. Con l'avvento dell'elettricità, la progettazione delle nuove fabbriche era affidata in larga parte a chi ne era proprietario. Nei rispettivi ambiti, questo fornì ai proprietari un know-how che consentì loro di acquisire nuove quote di mercato e di mettersi al riparo della concorrenza. La disposizione degli spazi di uno stabilimento può essere facile da vedere, ma le procedure, le abilità e la formazione alla base della riprogettazione sono più difficili da replicare. Inoltre, i nuovi sistemi possono favorire un'economia di scala.

7. Il modello che riguarda le diverse scelte compiute dagli imprenditori per sfruttare le nuove opportunità offerte dalla tecnologia è tratto da Gans J., Scott E.L., Stern S., "Strategy for Start-Ups", *Harvard Business Review*, maggio-giugno 2018, pp. 44-51. Le soluzioni funzionali implicano la presenza di imprenditori che perseguono la strategia di una catena del valore orientata alla realizzazione (*execution*) e integrata alle catene del valore già esistenti. Le soluzioni applicative seguono soprattutto una strategia dirompente (*disruptive*), orientata alla realizzazione e alla creazione di nuove catene del valore. Entrambe possono essere esempi di strategie per la proprietà intellettuale, che ne implicano l'uso formale per tutelare la progettazione dei dispositivi. Infine, le soluzioni di sistema sono strategie che implicano nuove catene del valore e un investimento nel controllo per rendere i nuovi sistemi difendibili.

Dirompenza e potenza dell'intelligenza artificiale

L'elettricità ci ha messo decenni per ottenere quella che spesso viene definita una forza dirompente (*disruption*). Durante il primo ventennio, fu usata come soluzione funzionale in alcune fabbriche e per applicazioni. Ma essa provocò un cambiamento a livello economico solo quando furono sviluppati nuovi sistemi. A quel punto gli equilibri di potere mutarono, favorendo chi controllava la produzione e la distribuzione di elettricità nonché tutti quei soggetti che erano in grado di utilizzare l'elettricità su larga scala per la produzione di massa. Non conveniva più essere un produttore di cinghie e pulegge o il proprietario di un immobile in centro città.

Vediamo ora all'opera gli stessi processi con l'IA. I cambiamenti di potere economico che spostano il controllo su risorse e beni scarsi da un gruppo di persone a un altro sono accompagnati dalla capacità di proteggere le aziende dalle pressioni competitive. Certo, ci sono possibilità che ciò avvenga con l'IA, ma i veri e propri sconvolgimenti che rimodelleranno i settori economici e gli equilibri di potere al loro interno proverranno da nuovi sistemi. Ma, come vedremo, i nuovi sistemi sono difficili da sviluppare e anche da copiare perché sono spesso complessi. Ciò crea grandi opportunità per coloro che sanno essere innovatori a livello sistemico.

L'incertezza, tuttavia, è ancora molta. Difficile stabilire chi potrebbe accumulare potere da queste nuove tecnologie. Dipenderà da come appariranno i nuovi sistemi. Il nostro compito è quello di illuminare la via e capire in anticipo chi potrebbe guadagnare e chi invece perdere potere dallo sviluppo e dall'adozione di nuovi sistemi basati sull'intelligenza artificiale.

► Punti chiave

- La storia dei tre tipi di imprenditore, ambientata oltre cento anni fa e incentrata sul mercato dell'energia, mostra come alcune aziende, spostandosi dal vapore all'elettricità, poterono sfruttare diverse proposte di valore: soluzioni funzionali (costo inferiore dell'energia e minori perdite dovute all'attrito – nessun cambiamento progettuale al sistema fabbrica); soluzioni applicative (motori elettrici individuali su ogni macchina, macchine modulari, così che l'interruzione del lavoro di una non aveva conseguenze sulle altre – nessun cambiamento progettuale del sistema fabbrica); e le soluzioni sistemiche (fabbriche riprogettate – costruzione leggera, a un solo piano, flussi di lavoro ottimizzati in termini di disposizione spaziale e di flusso dei lavoratori e dei materiali).
- Alcune proposte di valore sono più attrattive di altre. Nel caso dell'elettricità, le soluzioni funzionali e applicative fondate sulla sostituzione

della fonte energetica senza modifiche del sistema, offrivano un valore limitato, che determinò una lenta adozione iniziale da parte dell'industria. Con il trascorrere del tempo, alcuni imprenditori videro l'opportunità di proporre soluzioni sistemiche, sfruttando la capacità dell'elettricità di disgiungere la macchina adibita alla produzione dalla fonte di energia in un modo che era impossibile o troppo costoso fare con il vapore. In molti casi, la proposta di valore di una soluzione sistemica si mostrò essere di gran lunga superiore al valore delle soluzioni funzionali.

- Come l'elettricità consentì di separare la macchina per la produzione dalla fonte di energia e, pertanto, agevolò il passaggio della proposta di valore "costi inferiori dell'energia" alla proposta di valore "progettazione di una fabbrica notevolmente più produttiva", l'IA consente di disgiungere la previsione dagli altri aspetti del processo decisionale e, quindi, facilita il passaggio della proposta di valore "costo inferiore della previsione" alla proposta di valore "sistemi notevolmente più produttivi".
-