

La Polarizzazione Tecnologica nei Veicoli Elettrici

Massimo De Minicis - 13/02/2025 [papers]

Abstract

La teoria della polarizzazione tecnologica, proposta dall'economista Daron Acemoglu, esplora l'impatto delle innovazioni tecnologiche sul mercato del lavoro e sulla distribuzione del reddito. Acemoglu distingue tra due categorie principali di tecnologie: sostitutive (come i robot), che rimpiazzano il lavoro umano, e complementari (come l'intelligenza artificiale), che migliorano la produttività dei lavoratori esistenti. Le professioni di livello medio sono particolarmente vulnerabili alla sostituzione tecnologica, poiché spesso eseguono compiti ripetitivi e standardizzati, facilmente automatizzabili.

La teoria della polarizzazione tecnologica, proposta dall'economista Daron Acemoglu, esplora l'impatto delle innovazioni tecnologiche sul mercato del lavoro e sulla distribuzione del reddito. Acemoglu distingue tra due categorie principali di tecnologie: sostitutive (come i robot), che rimpiazzano il lavoro umano, e complementari (come l'intelligenza artificiale), che migliorano la produttività dei lavoratori esistenti. Le professioni di livello medio sono particolarmente vulnerabili alla sostituzione tecnologica, poiché spesso eseguono compiti ripetitivi e standardizzati, facilmente automatizzabili.

Ad esempio, nel settore industriale, gli operai addetti a mansioni ripetitive vengono frequentemente sostituiti da robot. Tuttavia, la sostituzione di lavoratori da parte di tecnologie non è necessariamente negativa (Acemoglu, 2019). Essa può ridurre i costi di produzione, abbassando i prezzi dei beni e consentendo alle famiglie di risparmiare e investire in altri settori, stimolando così la crescita economica. Storicamente una tecnologia viene applicata in termini sostitutivi alla produzione se più conveniente del costo della forza lavoro (Acemoglu, 2002).

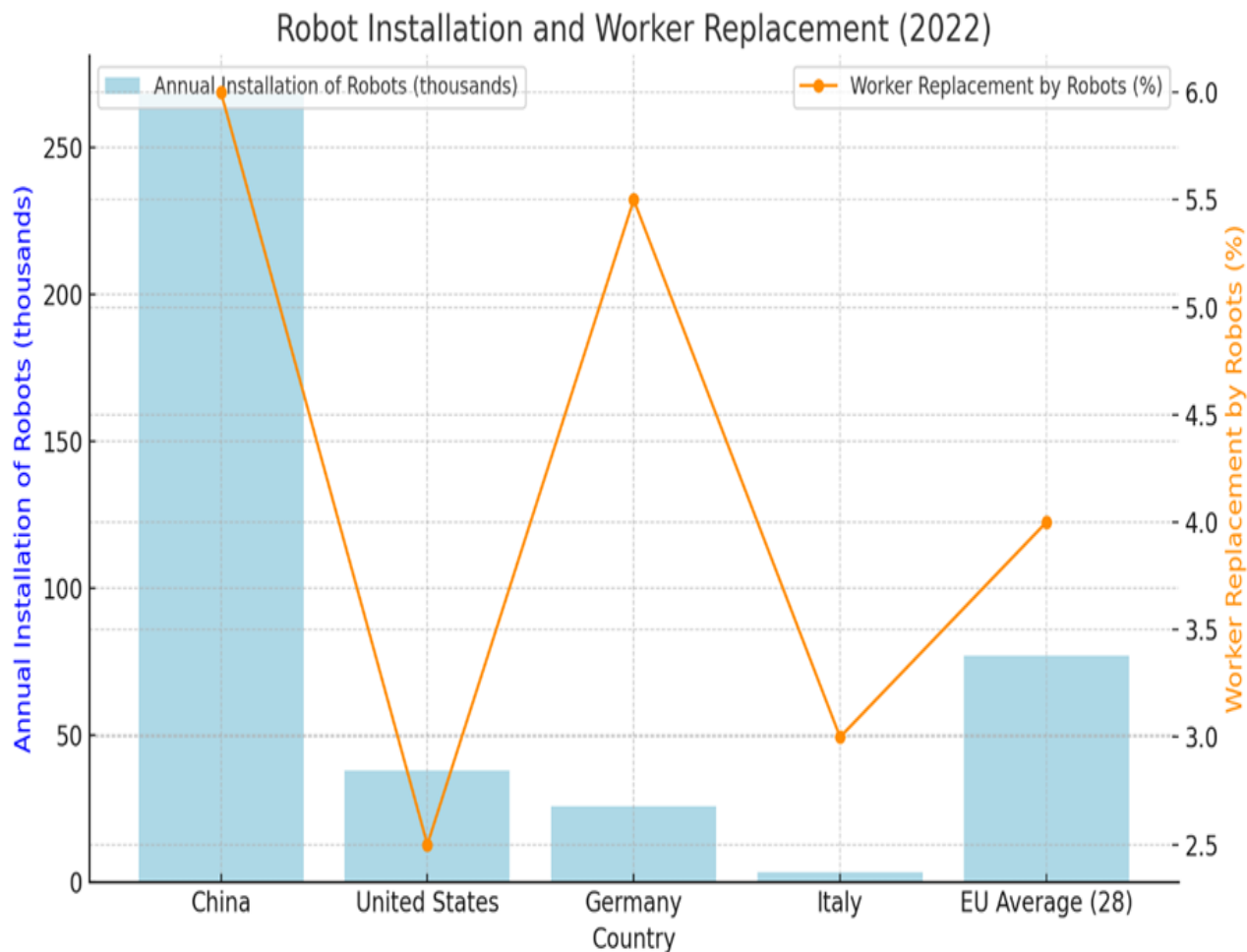
Se, al contrario, i prezzi dei prodotti rimanessero elevati, le famiglie potrebbero trovarsi a dover limitare le spese, frenando la crescita di altri mercati e nuova occupazione. Nella produzione di auto elettriche, l'adozione di tecnologie avanzate come i robot può portare a un incremento della produttività, permettendo alle aziende di produrre più veicoli in meno tempo e aumentando i margini di profitto. Tuttavia, una sostituzione massiccia di lavoratori senza una corrispondente diminuzione dei prezzi potrebbe causare disoccupazione e un aumento della disuguaglianza economica, con una concentrazione della ricchezza e un indebolimento del potere d'acquisto delle famiglie (Acemoglu, 2020).

In questo contesto, non solo le politiche attive del lavoro, come la formazione professionale ma anche e soprattutto l'Istruzione superiore, possono aiutare a sviluppare competenze complementari alla AI, riducendo vulnerabilità della forza lavoro di un paese all'automazione avanzata, ricordiamo che tutti i soggetti operanti nel mercato del lavoro sono esposti all'automazione avanzata ma con ciò, come ci ricorda Acemoglu, non attribuiamo nessun significato a tale dinamica (Acemoglu, 2002).

La questione teorica reale non è evidenziare il livello di esposizione ma se questa produce effetti complementari o sostitutivi, cercando di capire a quali tecnologie i lavoratori sono esposti, e che tipo di competenze e conoscenze presentano per interagire con le macchine IoT[1] o con l'IA[2]. In tal senso le politiche industriali possono, a loro volta, in diversi modi, incentivare l'adozione di tecnologie complementari (IoT, o AI, intelligenza artificiale), promuovendo una crescita economica sostenibile. Analizzando la situazione attuale dell'automazione nella produzione e vendita di auto elettriche in contesti come Cina, USA, Europa, Germania e Italia, emergono significative differenze.

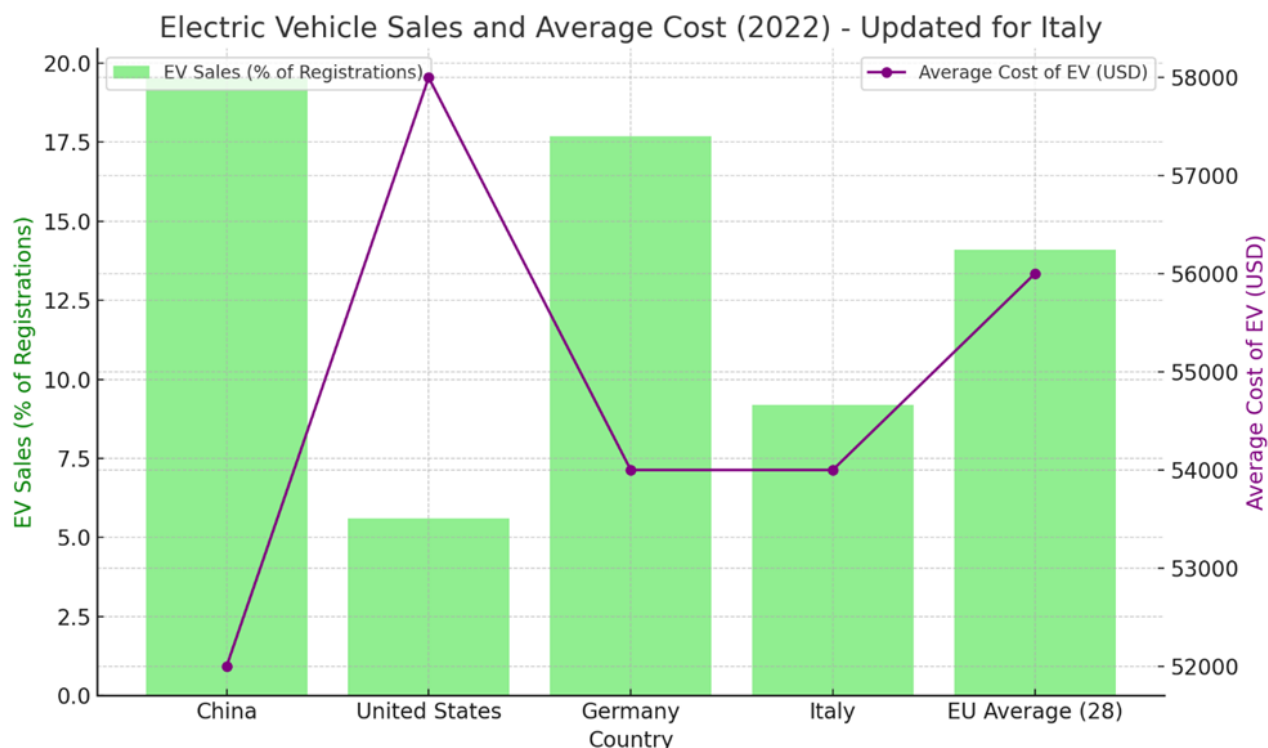
La Cina, con un'elevata densità di robot e una forte crescita delle vendite di auto elettriche, e una tecnologia complementare tutta concentrata su specifici settori industriali green in termini verticali esemplifica un impatto non negativo dell'automazione nella green economy. Gli Stati Uniti, l'Europa e l'Italia per aspetti diversificati e un capitalismo differenziato mostrano scenari

più complessi Fig.1.



Fonti: International Federation of Robotics (IFR) - World Robotics Report 2022, Statista - Electric Vehicle Sales Worldwide 2022; Jato Dynamic Global automotive data - Vehicle sales forecasts, Eurostat? ([European Commission](#)), IFR? ([European Commission](#)); IFR? ([OECD](#))

La Cina presenta la più alta densità di robot nel settore industriale. La Cina ha anche [un alto tasso di sostituzione di operai con robot](#), evidenziando l'intensità [dell'automazione in termini verticali](#), infine il paese asiatico è anche in testa per le vendite di auto elettriche mantenendo i prezzi più bassi tra i paesi esaminati. Gli Stati Uniti hanno il costo medio più alto per le auto elettriche, riflettendo anche il mercato premium presente. Paradossalmente, il mercato cinese dell'auto elettrica per diverse combinazioni, legata anche alla varietà di capitalismo presente (De Minicis, 2024), sembra intercettare meglio i fattori di un utilizzo sostitutivo e insieme complementare della tecnologia robotica avanzata su settori specifici (automotive), aumento delle vendite, prezzi in ribasso, alta automazione del settore industriale anche con tecnologie complementari.



Fonti: International Federation of Robotics (IFR) - World Robotics Report 2022, Statista - Electric Vehicle Sales Worldwide 2022; Jato Dynamic Global automotive data - Vehicle sales forecasts, Eurostat? ([European Commission](#)), IFR? ([European Commission](#)); IFR? ([OECD](#)); International Energy Agency (IEA), Global EV Outlook 2023.

La teoria della polarizzazione tecnologica di Acemoglu ci offre, così, una chiave interpretativa utile per comprendere gli effetti delle tecnologie emergenti sul mercato del lavoro e la produzione. Mentre i robot possono abbassare i costi dei prodotti, le tecnologie complementari come l'IA collegate alla robotica possono migliorare la produttività e aumentare i salari.

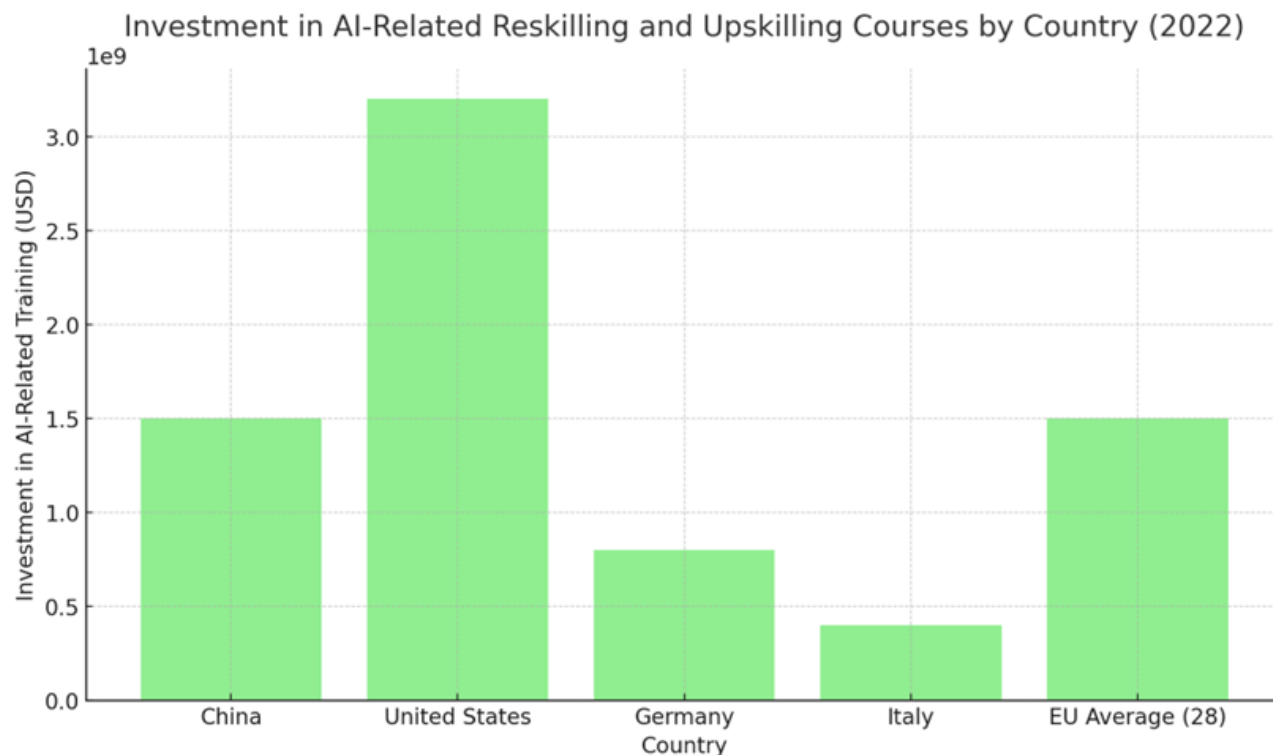
È fondamentale però, per condizionare l'impatto della tecnologia digitale verso scenari positivi, monitorare l'equilibrio tra costi, prezzi e salari e implementare politiche attive e industriali in grado di garantire una transizione positiva verso competenze e conoscenze complementari degli operai e dei ricercatori. La possibilità di sviluppare il mercato garantendo un contenimento dei prezzi per i nuovi prodotti legati al nuovo connubio tecnologia algoritmica, produzione industriale appare, allo stato attuale, su specifici settori, decisivo nella determinazione di acquisizione di quote di mercato.

I robot interconnessi a forme di tecnologie complementari necessitano di operai specializzati in competenze come data Science, machine learning, tecniche di analisi avanzata dei dati, robotica avanzata, in particolare con competenze riferibili all'integrazione tra AI e automazione industriale e cybersecurity interconnessi a ricercatori in grado di perfezionare ed adattare tali tecnologie alla evoluzione tecnologica del prodotto, in questo caso l'auto elettrica.

Il governo cinese ha investito massicciamente nello sviluppo delle competenze in AI, attraverso il programma [New Generation Artificial Intelligence Development Plan \(2017-2030\)](#), con particolare attenzione alle competenze industriali complementari ma solo in termini verticali^[3], su specifici settori, diversamente dal contesto statunitense protagonista in tale dinamica sia nella capacità di investimenti nella tecnologia complementare applicata in senso verticale che orizzontale. E', però, la combinazione dei fattori contenimento dei costi dei prodotti e [sviluppo di competenze complementari](#) a garantire uno scenario positivo sul settore industriale dell'automotive digitale. [Gli Stati Uniti negli investimenti e nella tecnologia digitale complementare risultano, infatti, in uno stato più avanzato.](#)

La Cina per le caratteristiche intrinseche al suo modello di capitalismo [concentrandosi essenzialmente su investimenti di tipo verticale](#)

, nel settore auto elettrica appare raccogliere una serie di risultati positivi per la capacità di interconnettere implementazione di tecnologie IoT e open AI ad una riduzione dei costi dei prodotti . La figura rappresenta gli investimenti pubblici in miliardi di dollari in competenze complementari specifiche alla AI Fig.2.



Fonte: World Economic Forum (2023), World Economic Forum (2023), *AI Skills and Jobs: Preparing the Workforce for Industry 4.0-*, *The Future of Jobs Report 2023*; China's AI Policy and Industrial Training (2022):
Fonte: McKinsey & Company (2021), *The future of work after COVID-19*

In tal senso, anche se gli Stati Uniti mantengono una superiorità e maggiore libertà nell'utilizzo e nella sperimentazione delle tecnologie complementari, la Cina per una serie di corrispondenze alla teoria di Acemoglu risulta primeggiare nell'automotive elettrico. Vedremo nel paragrafo seguente nello specifico tali simmetrie derivanti da precise politiche industriali.

Il successo della Cina nelle tecnologie per l'energia pulita: un'analisi dei fattori di crescita e delle prospettive future

Negli ultimi due decenni, la Cina è emersa come leader mondiale nella produzione e diffusione di tecnologie per l'energia pulita, compresi i settori dell'energia eolica, solare, delle batterie e dei veicoli elettrici (EV). Il paese è riconosciuto non solo per il volume di produzione ma anche per la sua crescente influenza in termini di ricerca e innovazione.

Tuttavia, mentre il successo cinese è spesso interpretato attraverso narrazioni che pongono l'accento sul ruolo delle politiche governative o su meccanismi di trasferimento tecnologico, questa visione rischia di essere riduttiva. In tal senso andrebbe esplorata in maniera più dettagliata la dinamica alla base dell'innovazione cinese nel settore delle energie pulite, cercando di comprendere se la Cina sarà in grado di mantenere la sua posizione di leadership anche in un contesto globale sempre più competitivo.

Appare, innegabile infatti, come le politiche governative hanno giocato un ruolo centrale nello sviluppo delle energie pulite nel paese asiatico, un contesto che ha mantenuto un approccio proattivo nei confronti delle tecnologie rinnovabili fin dagli anni 2000 (Hove, 2024).

I Piani Quinquennali cinesi hanno costantemente assegnato priorità alla produzione di energia pulita, con misure di sostegno che includono sussidi, incentivi fiscali, prestiti a basso tasso di interesse e agevolazioni infrastrutturali. Questo sostegno è stato cruciale per la crescita iniziale dell'industria e per l'affermazione della Cina come potenza produttiva.

Tuttavia, la dimensione del supporto non è stata statica; al contrario, è evoluta con il settore stesso (Zhang Yingying and Zhou Ying, *The Source of Innovation in China*, Peking University Press, 2018). Se le sovvenzioni dirette hanno caratterizzato i primi anni del boom delle energie pulite, la Cina ha progressivamente ridotto il sostegno finanziario diretto, cercando di far maturare il settore verso una maggiore autosufficienza economica. In questo contesto, il sostegno governativo non ha solo facilitato l'accesso al capitale, ma ha anche promosso l'innovazione attraverso la creazione di cluster industriali e piattaforme di collaborazione pubblico-private (Hove, 2024).

La politica cinese, quindi, non si è limitata a un approccio top-down, ma ha favorito la creazione di ecosistemi dinamici dove imprese private, università e centri di ricerca hanno potuto interagire. Uno degli aspetti più distintivi del successo cinese è la capacità di scalare rapidamente la produzione attraverso l'integrazione delle catene di fornitura e la formazione di cluster industriali specializzati.

Questi cluster sono stati costruiti grazie a una forte sinergia tra politiche pubbliche e iniziative imprenditoriali private, creando ecosistemi che hanno reso possibile la riduzione dei costi di produzione e l'accelerazione del tasso di apprendimento tecnologico. La creazione di cluster ha permesso alla Cina di capitalizzare su economie di scala e di densità, dove la vicinanza fisica tra fornitori e produttori ha facilitato la condivisione di conoscenze e competenze tacite, tra ricercatori, operai, imprenditori, accelerando il processo di innovazione. Il successo dei cluster industriali cinesi risiede, in parte, nella loro capacità di favorire l'innovazione incrementale, piuttosto che quella radicale^[4].

Questo modello si adatta perfettamente a un contesto dove la Cina ha costruito il proprio vantaggio competitivo inizialmente non tanto sull'invenzione di nuove tecnologie, quanto sulla capacità di migliorare, adattare e commercializzare rapidamente tecnologie esistenti. L'industria dell'auto elettrica ne è un esempio paradigmatico: la rapidità di scalabilità e la localizzazione delle catene di approvvigionamento hanno avuto un impatto maggiore rispetto ai vantaggi sui costi del lavoro, confermando la centralità dell'integrazione verticale e del learning-by-doing come leve di successo^[5].

Le reti globali di innovazione hanno giocato un ruolo fondamentale nell'ascesa della Cina come leader nelle tecnologie per l'auto digitale. Contrariamente a una narrazione spesso semplicistica, che vede la Cina come un mero beneficiario passivo di trasferimenti tecnologici dall'Occidente, il processo di apprendimento è stato multidimensionale e caratterizzato da una continua interazione con partner globali. Questo ha permesso alla Cina di accumulare competenze non solo attraverso trasferimenti diretti, ma anche attraverso processi di reverse engineering e collaborazioni transnazionali la produzione di una quota importante dei veicoli di Tesla è stata fondamentale in tal senso.

Uno dei primi cluster industriali cinesi vedeva, infatti, proprio la presenza della produzione del veicolo innovatore dell'automotive, all'interno di una economia di scala dove fornitori, produttori, centri di ricerca e rivenditori erano situati tutti all'interno di uno stesso territorio. L'esperienza di Tesla nella produzione in Cina, in particolare presso la sua Gigafactory di Shanghai, è stata notevole per la rapida crescita, l'innovazione e la relazione unica che l'azienda ha sviluppato con le autorità locali. La Gigafactory, interamente di proprietà di Tesla, è la prima del suo genere in Cina, rompendo il tradizionale modello di joint venture per le aziende straniere nella regione?

Ciò ha permesso a Tesla di aumentare rapidamente la produzione, sfruttando il supporto locale per ottimizzare le operazioni.

La crescita della fabbrica è stata straordinaria: in meno di 15 mesi dalla costruzione, è diventata una delle strutture di produzione automobilistica più avanzate al mondo, grazie alla collaborazione tra il team locale di Tesla e il supporto del governo cinese. L'impianto di Shanghai attualmente produce i modelli Model 3 e Model Y, e nel 2023 ha raggiunto una capacità produttiva di quasi 1 milione di auto all'anno. Inoltre, i livelli di automazione sono impressionanti, con il 95% del processo di produzione automatizzato, il che ha permesso a Tesla di ridurre drasticamente i tempi di produzione?

Questo sviluppo ha anche posizionato Tesla come un attore di rilievo non solo in Cina, ma anche nei mercati globali, poiché i veicoli prodotti in questa fabbrica vengono esportati in regioni come l'Europa e l'Asia, consentendo a Tesla di ridurre i costi di spedizione e migliorare i tempi di consegna. L'esperienza in Cina evidenzia la capacità di Tesla di sfruttare sia la tecnologia all'avanguardia che le politiche favorevoli per accelerare la sua espansione nei mercati globali Crider, Johnna. "Tesla's 100% American Owned Factory In China Is A Big Deal." *CleanTechnica*, September 27, 2020.

[https://cleantechnica.com/2020/09/27/teslas-100-american-owned-factory-in-china-is-a-big-deal/..](https://cleantechnica.com/2020/09/27/teslas-100-american-owned-factory-in-china-is-a-big-deal/)

I cluster industriali

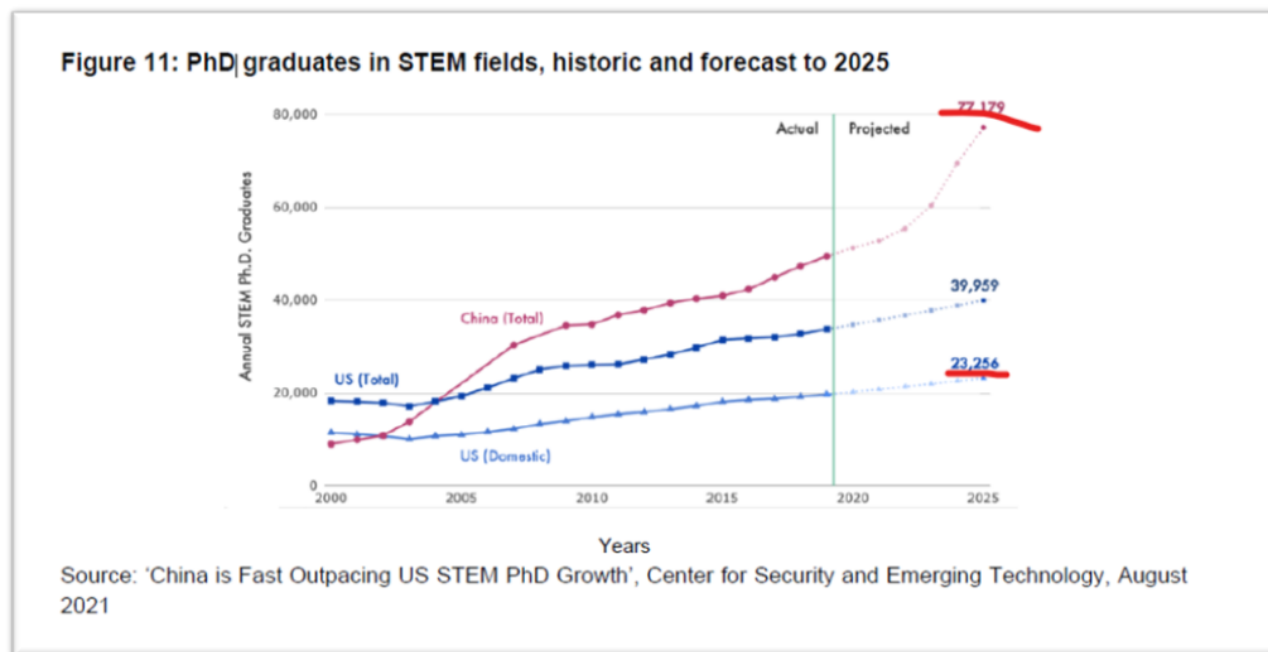
La relazione tra il successo della Cina nell'espandere la produzione di tecnologie pulite e l'innovazione è strettamente connessa. Gli economisti da tempo riconoscono i vantaggi dell'aggregazione industriale in settori specializzati, come dimostrano esempi storici quali la concentrazione dei maestri vetrai a Murano, in Italia, nel XIII secolo, o i monopoli sulla produzione di porcellana a Sèvres e Limoges, in Francia.

Nel 1890, Alfred Marshall sottolineò che nei centri urbani e industriali le idee e le pratiche innovative si diffondono rapidamente, diventando parte del contesto culturale e tecnico, con un apprendimento quasi inconsapevole anche da parte delle giovani generazioni. Anche nelle economie moderne, l'innovazione tecnologica e la sua diffusione sembrano avere una componente geografica, legata alla concentrazione fisica di conoscenze e scambi di competenze.

Le economie di agglomerazione – ovvero contesti in cui una maggiore densità di popolazione o la concentrazione di industrie correlate promuovono crescita, innovazione e diffusione tecnologica – rivestono un ruolo cruciale anche nelle tecnologie avanzate. Un caso emblematico è la Silicon Valley, nota per la rapida diffusione e ricombinazione delle innovazioni tecnologiche, favorita dalla mobilità lavorativa e dal conseguente scambio di know-how tra aziende e settori affini.

Nonostante il dibattito sull'effettivo impatto dei cluster industriali sull'innovazione, molti studi evidenziano i benefici dello scambio di conoscenze tacite, che richiedono interazioni personali dirette, non solo nell'economia della conoscenza e nelle attività di ricerca e sviluppo, ma anche nel settore manifatturiero, come nel caso dell'industria automobilistica. In Cina, la formazione di cluster industriali si è dimostrata efficace per il design di nuovi prodotti, l'aggiornamento industriale e il recupero tecnologico, tutti elementi chiave per progredire nei settori emergenti e nelle tecnologie avanzate.

Il trasferimento tecnologico, inizialmente incentivato da politiche di localizzazione obbligatoria e joint venture come abbiamo visto ha posto la Cina in una posizione centrale nelle catene globali del valore per molte tecnologie chiave. Tuttavia, negli ultimi anni, la Cina ha iniziato a invertire questa tendenza, diventando essa stessa un esportatore di tecnologia avanzata, grazie alla crescente capacità innovativa delle sue imprese per la produzione di auto green. Inoltre, il capitale umano ha rappresentato una delle componenti cruciali del successo cinese nel settore delle automotive elettrico. Il paese ha investito massicciamente nella formazione di una forza lavoro e di un personale concentrato nella ricerca altamente qualificato, con particolare attenzione alle discipline STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica).



Il grafico mostra il numero annuale di laureati con un dottorato di ricerca (Ph.D.) in campi STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica) in Cina e negli Stati Uniti, sia storicamente che con una previsione fino al 2025. Fonte (Hove, 2024).

La Cina sta rapidamente superando gli Stati Uniti in termini di numero di laureati Ph.D. in STEM, con una crescita molto più marcata. Gli Stati Uniti mantengono una crescita costante, ma la dipendenza da studenti internazionali è evidente, considerando la differenza tra il totale e il numero di laureati domestici. Questo aumento dei laureati in Cina potrebbe avere implicazioni significative sulla capacità di innovazione, sulla ricerca scientifica e sulla competizione tecnologica a livello globale.

Il grafico proviene dal Center for Security and Emerging Technology, evidenzia, quindi, il divario crescente nella formazione STEM tra Cina e Stati Uniti, sottolineando come la Cina stia rapidamente guadagnando terreno in questo settore strategico. Questo ha permesso non solo di colmare il gap tecnologico rispetto alle economie avanzate, ma anche di attrarre talenti di alto livello grazie a politiche di rientro, come evidenziato dal ritorno di molti scienziati e ingegneri cinesi formati all'estero.

Negli ultimi due decenni, la Cina ha aumentato significativamente il finanziamento per i programmi di dottorato STEM, incentivando la formazione di ricercatori con competenze avanzate in campi cruciali per la transizione tecnologica, come l'ingegneria meccanica, l'intelligenza artificiale e la chimica dei materiali. Questo investimento ha prodotto un ampio bacino di esperti altamente qualificati, in grado di alimentare l'innovazione nelle tecnologie legate ai veicoli elettrici, accelerando il ritmo di sviluppo di nuove batterie, componenti elettronici e soluzioni di mobilità sostenibile. Parallelamente, la Cina ha perseguito una strategia di concentrazione geografica dei talenti, creando, come abbiamo visto, cluster di lavoratori specializzati dotati di competenze complementari. Questi cluster sono spesso situati in aree industriali strategiche, dove si concentrano competenze in produzione, automazione, ingegneria dei materiali e gestione della catena di fornitura.

Tale configurazione favorisce la sinergia tra diversi ambiti di competenza, rendendo possibile l'ottimizzazione dei processi produttivi e l'integrazione di nuove tecnologie a costi ridotti. La creazione di questi poli di eccellenza industriale, dove operai specializzati e ricercatori collaborano in modo strettamente interconnesso, ha contribuito in modo significativo al rapido avanzamento della Cina nel settore dei veicoli elettrici. Questa combinazione di investimenti nei dottorati di ricerca STEM e di cluster di lavoratori altamente qualificati con competenze complementari non solo ha permesso alla Cina di sviluppare un vantaggio competitivo significativo, ma ha anche facilitato la scalabilità delle nuove tecnologie su vasta scala, abbassando i costi di produzione e aumentando la qualità del prodotto finale diminuendo il suo prezzo.

Il risultato è una rete di innovazione industriale che supporta la crescita sostenibile e l'espansione del mercato dei veicoli elettrici a livello globale, consolidando la posizione della Cina come leader nel settore. L'iniziativa imprenditoriale è stata altrettanto importante: molti imprenditori hanno saputo sfruttare le opportunità offerte dal mercato interno e dal sostegno pubblico, guidando lo sviluppo di nuovi prodotti e tecnologie. La crescita di aziende come CATL nel settore delle batterie o BYD nei veicoli elettrici è indicativa di come l'imprenditorialità abbia giocato un ruolo chiave nel plasmare il panorama delle energie pulite cinese (Hove, 2024).

Verso una leadership sostenibile?

Il successo della Cina nel settore delle auto elettriche è il risultato di una combinazione complessa di politiche governative, sviluppo industriale, integrazione nelle reti globali e capitale umano. Tuttavia, il futuro della leadership cinese non è garantito. L'evoluzione delle politiche industriali globali, come il Green Industrial Plan dell'UE o l'Inflation Reduction Act degli Stati Uniti, potrebbe influenzare le dinamiche della competizione internazionale, mettendo alla prova la capacità del paese asiatico di mantenere e rafforzare la propria posizione.

Inoltre, l'inasprimento delle politiche interne, come il controllo statale su alcuni settori privati, potrebbe avere un impatto sulle dinamiche imprenditoriali e sull'innovazione. Rimane, quindi, la domanda aperta su come la Cina saprà rispondere a queste sfide e se sarà in grado di continuare a evolvere il proprio modello di sviluppo industriale per mantenere un vantaggio competitivo. La capacità di adattarsi ai cambiamenti tecnologici e alle nuove tendenze del mercato globale sarà fondamentale per garantire la sostenibilità di una leadership costruita su solide fondamenta, ma anche su equilibri delicati.

La strategia cinese descritta, infatti, incentrata sul robusto investimento in ricerca e sviluppo, la creazione di cluster industriali ad alta tecnologia e la focalizzazione su settori strategici come quello dei veicoli elettrici (EV), offre spunti interessanti per valutare la teoria di Acemoglu sulla polarizzazione tecnologica e sulla sostituzione tecnologica del lavoro, nonché la sua visione delle "nazioni inclusive". Da un lato, il successo della Cina nell'industria dei veicoli elettrici sembra problematizzare in parte gli aspetti più critici della teoria di Acemoglu, soprattutto per quanto riguarda l'idea di una polarizzazione del mercato del lavoro.

La Cina, investendo pesantemente in automazione e in robotica, ha posto una forte enfasi sulla formazione di capitale umano altamente qualificato, attraverso massicci investimenti nei dottorati STEM, la promozione di programmi di educazione avanzata e la creazione di cluster industriali che favoriscono l'innovazione e l'aggiornamento delle competenze. Questi cluster, infatti, non solo stimolano l'innovazione tecnologica, ma supportano anche la crescita di competenze complementari tra operai specializzati, progettisti, ingegneri e tecnici, contribuendo a mantenere una base occupazionale solida, più qualificata non vulnerabile alle tecnologie sostitutive ma complementare alla robotica avanzata, limitando così i fenomeni di polarizzazione tecnologica.

Inoltre, il modello cinese suggerisce una conferma parziale della visione di Acemoglu sulle "nazioni inclusive". Sebbene la polarizzazione del lavoro possa essere evidente in paesi che non investono sufficientemente nelle competenze dei propri lavoratori, la Cina sembra dimostrare che, attraverso politiche di inclusività mirate e un forte sostegno alle industrie high-tech, un paese può riuscire a evitare la segmentazione estrema del mercato del lavoro. L'inclusione, infatti, non si limita all'accesso ai benefici economici, ma implica anche l'accesso a opportunità di formazione e aggiornamento, che sono cruciali per adattarsi all'evoluzione tecnologica in corso.

Tuttavia, è importante sottolineare come il paese asiatico non si trova esente da contraddizioni. Sebbene la strategia complessiva sembri ridurre la polarizzazione tecnologica e il divario di competenze, persistono segnali di disuguaglianze regionali e settoriali, con alcune aree più indietro nell'adozione della tecnologia e nella formazione del capitale umano (Ciarini, De Minicis 2024). Di conseguenza, il successo della Cina nel settore dei veicoli elettrici potrebbe non essere completamente

replicabile in altre nazioni, soprattutto in quelle che non hanno le risorse o la capacità politica di implementare strategie finanziarie di inclusività simili. In conclusione, la strategia cinese evidenzia che, mentre la polarizzazione tecnologica è una sfida reale, le politiche attive e formative di alto livello (non un corso di formazione professionale) ma istruzione e specializzazione, unitamente a investimenti mirati e politiche industriali nei settori emergenti, possono attenuare gli effetti negativi della sostituzione tecnologica, portando a una crescita più inclusiva, in linea con la visione di Acemoglu per le nazioni che promuovono l'inclusività e l'equità nel lungo periodo.

Secondo la visione del premio Nobel, la crescita inclusiva non è esclusivamente un risultato delle democrazie liberali, ma dipende da una combinazione di politiche che promuovono l'accesso alle opportunità economiche, l'istruzione e la formazione delle competenze. Sebbene Acemoglu sottolinei come le democrazie liberali possono avere un vantaggio in termini di istituzioni inclusive, in grado di garantire un ambiente economico più aperto e equo, egli non ritiene che queste siano l'unico modello capace di favorire la crescita inclusiva (Acemoglu, Johnson 2020). Acemoglu sostiene infatti che la crescita inclusiva può emergere anche in economie di mercato non liberali, purché vi siano politiche mirate a promuovere un ampio accesso alle risorse economiche, alle opportunità di formazione e alle tecnologie.

La Cina, con il suo specifico tipo di *economia di mercato a regime socialista* (Peck, Zhang 2013), è un esempio interessante, poiché ha mostrato che politiche di investimento in educazione, innovazione e creazione di cluster tecnologici possono favorire un'inclusione economica significativa, nonostante un regime politico non liberale. L'inclusività, quindi, secondo Acemoglu, dipende più dalle politiche economiche e dall'investimento in capitale umano, e dalla capacità di non catalizzare le maggiori risorse garantite da un uso della tecnologia verso le tradizionali élite finanziarie o patrimoniali tralasciando la popolazione con medi e bassi redditi, priva di patrimoni mobili o immobili ereditati nel tempo.

Certo per l'economista americano le democrazie liberali possono facilitare l'inclusività, soprattutto nel lungo periodo, grazie alla trasparenza, alla protezione dei diritti e alla partecipazione civica, ma non sono necessariamente un percorso automatico per raggiungere questo obiettivo, anche in tali contesti l'impatto dell'automazione avanzata può determinare una concentrazione delle risorse verso le élite determinando disuguaglianza e non sostenibilità del modello.

Al contrario, alcune economie di libero mercato non liberali, sebbene meno inclini alla partecipazione democratica, possono implementare politiche efficaci che promuovono la crescita inclusiva se riescono a garantire un adeguato livello di accesso a risorse economiche e opportunità di crescita soprattutto per le soggettività con meno risorse. In sintesi, per Acemoglu, la crescita inclusiva dipende da come un paese gestisce la distribuzione dei benefici economici derivanti da un uso complementare della tecnologia al lavoro materiale e intellettuale umano, mediante un ampio e gratuito accesso all'istruzione e alla formazione, e dalla promozione di tecnologie avanzate, più che dalla natura del sistema politico, sebbene, per il premio Nobel americano le democrazie liberali abbiano maggiori probabilità di produrre istituzioni che favoriscono questi risultati e soprattutto di renderli sostenibili nel tempo (Acemoglu, D. (2020), Acemoglu, Johnson (2020).

Ma quello che appare innegabile, anche per gli sviluppi futuri della ricerca nel campo delle nuove tecnologie e del loro impatto con la produzione e il mercato del lavoro è che tale analisi per essere credibili devono avere uno spettro de-occidentalizzato (Ciarini, De Minicis 2024) in una logica multipolare, con studi di lungo periodo che evidenzino come l'intelligenza artificiale sta plasmando la divisione internazionale del lavoro, l'equilibrio di potere e il controllo su informazioni e dati nel contesto globale.

Le opinioni espresse nell'articolo sono personali e non rappresentano l'Istituto di appartenenza.

Biblio e banche dati:

- Acemoglu, D. (2002). *Technological change, inequality, and the labor market*. MIT Press.
- Acemoglu, D. (2018). *The race between education and technology*. Belknap Press.
- Acemoglu, D. (2019). *The polarization of labor markets*. Harvard University Press.
- Acemoglu, D. (2020). *The narrow corridor: States, societies, and the fate of liberty*. Penguin Press.
- Acemoglu, D., & Johnson, S. (2020). The role of institutions in economic development: A theory of technological polarization and its implications. *Journal of Economic Growth*, 25(3), 211-248.
- Ciarini A., De Minicis M. (2024), Ciarini A., De Minicis M. (2024), Platform capitalism: genesis and De-Westernizing approach, *Sinappsi*, XIV, n.2, pp.10-20 <<https://oa.inapp.gov.it/handle/20.500.12916/4432>>
- Crider, J. (2020, September 27). Tesla's 100% American owned factory in China is a big deal. Retrieved from <https://cleantechnica.com/2020/09/27/teslas-100-american-owned-factory-in-china-is-a-big-deal/>
- De Minicis, M. (2024), *Unveiling platforms: investigating and visualizing the variety of platform capitalism in Italy and Spain*, *European Journal of International Relations* (peer review phase/Awaiting Reviewer Scores).
- Hove, A. (2024). *The role of government policies in China's clean energy success: A multi-dimensional perspective*. Peking University Press.
- International Energy Agency (IEA). (2023). *Global EV outlook 2023: The journey to electric mobility*. IEA.
- International Federation of Robotics (IFR). (2023). *World robotics report 2023: Industrial robots*. IFR.
- International Federation of Robotics (IFR). (2023). *World robotics report 2022*. Retrieved from IFR
- Johnson, S., & Acemoglu, D. (2020). Technological change, institutions, and inclusive growth: A reconsideration of technological polarization. In *Technological change and economic growth: Theory and evidence* (pp. 205-238). Cambridge University Press.
- Marshall, A. (1890). *Principles of economics*. Macmillan and Co.
- Minsky, H. P. (2022). *The global impact of automation and technological change on employment and wages*. Oxford University Press.
- Peck, J., & Zhang, J. (2013). A variety of capitalism... with Chinese characteristics? *Journal of Economic Geography*, 13(3), 357-396.
- Renault. (2023). *Annual financial report 2022*. Retrieved from Renault Investor Relations.
- Tesla's manufacturing and global expansion: How Gigafactories are shaping the future of electric vehicles. (2023). *Journal of Automotive Innovation*, 12(3), 45-59.
- Zeng, Z., & Hwang, J. (2020). China's electric vehicle market: A comparison with the United States and Europe. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120442. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120442>
- Zhang, Y., & Zhou, Y. (2018). *The source of innovation in China*. Peking University Press.

[EU hourly wages & salaries increased by 4.4% in 2022 - Eurostat](#)

[EU hourly wages & salaries increased by 4.4% in 2022 - Eurostat](#)

[International Federation of Robotics](#)

[1] La tecnologia IoT (Internet of Things), o Internet delle Cose, è un sistema di dispositivi interconnessi che comunicano tra loro e con l'ambiente circostante attraverso internet. Questi dispositivi raccolgono, condividono ed elaborano dati per offrire funzioni intelligenti e automatizzate, migliorando l'efficienza e l'esperienza utente in vari ambiti. I dispositivi IoT sono dotati di sensori che raccolgono informazioni (es. temperatura, movimento, umidità) o attuatori che eseguono azioni (es. accendere una luce, chiudere una porta). Questi dispositivi si connettono a Internet tramite Wi-Fi, Bluetooth, 5G o altre reti. I dati raccolti vengono inviati a piattaforme o cloud, dove vengono elaborati con algoritmi per fornire risposte intelligenti. Basandosi sull'elaborazione, il sistema IoT può attivare comandi (es. abbassare la temperatura di un termostato se fa troppo caldo).

Esempi di applicazioni IoT

- **Domotica:** Case intelligenti con elettrodomestici connessi, illuminazione automatizzata e sistemi di sicurezza.
- **Industria 4.0:** Macchinari che monitorano il proprio stato e ottimizzano i processi produttivi.
- **Sanità:** Dispositivi wearable che monitorano i parametri vitali dei pazienti e inviano dati ai medici.
- **Smart Cities:** Sistemi per monitorare traffico, gestione dei rifiuti o illuminazione pubblica.
- **Agricoltura:** Sensori per controllare l'irrigazione e monitorare la salute delle colture.

Caratteristiche principali

- **Interconnettività:** Gli oggetti comunicano tra loro.
- **Automazione:** Molte attività sono svolte senza intervento umano.
- **Analisi dei dati:** I dati raccolti vengono utilizzati per prendere decisioni migliori.
- **Efficienza:** Riduzione degli sprechi e ottimizzazione delle risorse.

Sfide dell'IoT

- **Sicurezza:** Proteggere i dati raccolti dai dispositivi.
- **Interoperabilità:** Garantire che dispositivi di marche diverse possano comunicare.
- **Privacy:** Regolare l'uso dei dati personali.

L'IoT rappresenta una rivoluzione tecnologica che trasforma oggetti ordinari in dispositivi intelligenti, con applicazioni che toccano ogni aspetto della vita quotidiana e lavorativa.

[2] Secondo Daron Acemoglu, l'intelligenza artificiale (IA) è una tecnologia generica che, mediante algoritmi avanzati e l'elaborazione di grandi quantità di dati, consente la creazione di sistemi capaci di apprendere, prendere decisioni autonome e automatizzare processi complessi. Acemoglu sottolinea come l'IA rappresenti un'importante forza trasformativa nei mercati del lavoro

[3] Investimento industriale in termini verticali si riferisce a strategie di investimento mirate all'integrazione verticale all'interno di una catena produttiva o di valore. Questo tipo di investimento è caratterizzato dall'acquisizione o dal controllo di attività a monte (es. approvvigionamento di materie prime) o a valle (es. distribuzione e vendita) rispetto alla posizione dell'impresa all'interno della filiera. L'obiettivo principale è aumentare l'efficienza, ridurre i costi, controllare meglio i processi produttivi e rafforzare la posizione competitiva.

Esempi di investimento industriale verticale:

1. **Integrazione a monte (upstream):**

1. Un'azienda manifatturiera che investe nell'acquisto di una miniera per garantire l'accesso alle materie prime necessarie per la produzione.

1. Settore automotive: un produttore di auto che investe in un'azienda di produzione di batterie per veicoli elettrici.

2. **Integrazione a valle (downstream):**

1. Un'azienda che produce beni di consumo che investe nella creazione di una rete di distribuzione diretta o di punti vendita al dettaglio.

1. Settore tecnologico: un produttore di dispositivi elettronici che acquisisce una catena di negozi per la vendita al dettaglio.

Vantaggi:

- **Controllo dei costi e della qualità:** L'azienda può ridurre la dipendenza da fornitori esterni e standardizzare la qualità.
- **Efficienza operativa:** Minimizzazione delle inefficienze e ottimizzazione del flusso produttivo.
- **Riduzione del rischio:** Protezione contro le fluttuazioni di mercato e maggiore controllo sulla catena del valore.
- **Maggior margine di profitto:** Possibilità di internalizzare profitti che altrimenti andrebbero a terzi.

Svantaggi:

- **Alti costi iniziali:** L'integrazione verticale richiede investimenti significativi.
- **Rigidità operativa:** Meno flessibilità per adattarsi a cambiamenti di mercato o innovazioni tecnologiche.
- **Rischio di inefficienze interne:** Se non gestito correttamente, può portare a una gestione complessa e costosa.

Questa strategia è particolarmente rilevante nei settori industriali con supply chain complesse o con mercati volatili, dove il controllo sui processi produttivi e di distribuzione rappresenta un vantaggio competitivo.

[4] L'innovazione incrementale implica il miglioramento progressivo di prodotti, processi o servizi esistenti. Si tratta di innovazioni che non cambiano radicalmente il mercato o la tecnologia, ma aggiungono miglioramenti minori che, nel tempo, possono portare a un significativo miglioramento complessivo.

Caratteristiche principali:

- Piccoli miglioramenti: modifiche incrementali su prodotti o servizi già esistenti, come l'aggiornamento di un software o la versione successiva di un'automobile.
- Rischio basso: essendo basata su tecnologie e pratiche esistenti, l'innovazione incrementale comporta rischi minori rispetto a un'innovazione radicale.
- Maggiore adattabilità: le modifiche graduali consentono alle aziende di adattarsi alle esigenze mutevoli del mercato senza stravolgere completamente le operazioni.
- Esempio: un produttore di smartphone che rilascia una nuova versione di un telefono con funzionalità migliorate come una fotocamera più potente, senza cambiare radicalmente il design o la tecnologia di base.

Innovazione Radicale

L'innovazione radicale, invece, si riferisce a cambiamenti profondi e significativi che trasformano un prodotto, un servizio o un'intera industria. Queste innovazioni spesso introducono nuove tecnologie o modelli di business che non esistevano precedentemente, creando un cambiamento sostanziale nel mercato.

Caratteristiche principali:

- Cambiamenti sostanziali: l'innovazione radicale porta a nuove soluzioni che possono rivoluzionare il mercato e creare nuove opportunità, come l'introduzione del personal computer o dello smartphone.
- Alto rischio: dato che coinvolge nuove tecnologie o concetti, comporta rischi più elevati e richiede un investimento maggiore.
- Impatto di lungo periodo: può creare nuovi mercati o cambiare radicalmente quelli esistenti.

- Esempio: l'introduzione di Internet come nuova piattaforma di comunicazione globale, che ha cambiato radicalmente la vita e il lavoro di miliardi di persone.

Differenza e Vantaggi dell'Incrementale rispetto al Radicale

Favorire l'innovazione incrementale rispetto a quella radicale significa scegliere un percorso che minimizza i rischi e le incertezze. Mentre l'innovazione radicale può portare a enormi vantaggi e trasformazioni, spesso è difficile prevedere se avrà successo o se risulterà fallimentare.

I vantaggi dell'innovazione incrementale includono:

- Maggiore prevedibilità: essendo basata su qualcosa che già funziona, è più facile misurare il ritorno sugli investimenti.
- Miglioramento continuo: consente alle imprese di mantenere la competitività nel tempo, adattandosi alle esigenze del mercato senza dover affrontare cambiamenti drammatici.
- Riduzione dei rischi: meno probabilità di fallire, perché i miglioramenti si basano su pratiche consolidate.

In sintesi, preferire l'innovazione incrementale è una scelta strategica per le imprese che vogliono innovare senza rischiare enormi cambiamenti o costi. L'innovazione incrementale permette di progredire costantemente, ottimizzando e migliorando, pur restando all'interno di un quadro stabile e ben conosciuto.

[5] L'integrazione verticale e il learning by doing sono concetti che si possono intrecciare in un contesto industriale o aziendale, in particolare quando un'impresa decide di adottare strategie di integrazione verticale per migliorare la sua competitività o efficienza operativa.

Integrazione Verticale

L'integrazione verticale è una strategia in cui un'azienda acquisisce o controlla le fasi precedenti (upstream) o successive (downstream) della sua catena produttiva. In altre parole, un'impresa cerca di ottenere il controllo su più stadi della filiera, dalla produzione delle materie prime alla distribuzione del prodotto finito. Questo processo aiuta l'azienda a migliorare il controllo sulla qualità, sui costi e sui tempi di produzione.

Esempio di Integrazione Verticale:

- Un produttore di automobili che acquisisce un fornitore di componenti o una rete di concessionari per controllare meglio l'intera catena produttiva e distributiva.

Learning by Doing

Il concetto di learning by doing si riferisce all'apprendimento che avviene attraverso l'esperienza diretta, mentre si svolgono attività pratiche. È un processo di apprendimento in cui le persone o le organizzazioni acquisiscono competenze e conoscenze man mano che affrontano sfide e compiono azioni ripetute. In contesti industriali o aziendali, il learning by doing è cruciale per migliorare l'efficienza operativa e per l'adozione di nuove tecnologie.

Esempio di Learning by Doing:

- Un'impresa che implementa una nuova tecnologia di produzione e, con l'esperienza quotidiana nell'utilizzo di questa tecnologia, migliora progressivamente l'efficacia e l'efficienza nel processo produttivo.

Integrazione Verticale e Learning by Doing

Quando si combinano i due concetti, l'integrazione verticale favorisce il learning by doing perché l'azienda, avendo il controllo su diverse fasi della produzione, ha la possibilità di acquisire esperienza diretta e sviluppare competenze in tutti gli aspetti della

filiera. Questo apprendimento pratico aiuta a migliorare i processi, ridurre i costi e innovare in modo più efficace.

Ad esempio:

- Un'azienda che acquisisce il controllo su tutta la sua catena produttiva, dall'approvvigionamento delle materie prime alla distribuzione, avrà l'opportunità di affinare continuamente le proprie pratiche attraverso il learning by doing, migliorando ogni fase del processo e apprendendo dalle esperienze dirette sul campo.

Vantaggi di questa combinazione:

- Maggiore efficienza: l'azienda impara continuamente a ridurre gli sprechi e a ottimizzare i processi.
- Adattamento più rapido: l'esperienza diretta consente all'impresa di adattarsi rapidamente ai cambiamenti tecnologici o di mercato.
- Innovazione continua: l'acquisizione di conoscenze pratiche durante il processo produttivo permette all'impresa di sviluppare nuove soluzioni e miglioramenti.

In sintesi, l'integrazione verticale favorisce il learning by doing creando un ambiente in cui le imprese possono apprendere attraverso l'esperienza diretta e migliorare costantemente l'efficacia della propria catena del valore.