

XI Commissione Lavoro pubblico e privato della Camera dei deputati

Indagine conoscitiva sul rapporto tra Intelligenza Artificiale e mondo del lavoro, con particolare riferimento agli impatti che l'intelligenza artificiale generativa può avere sul mercato del lavoro.

Marco Remondino, PhD, è Professore Associato di “*Economia e Gestione delle Imprese*” presso il Dipartimento di Economia (DIEC) dell'Università di Genova.

Nato ad Asti, dopo il diploma di Maturità Scientifica (60/60) si è **laureato in Economia** (con lode e menzione) presso l'Università di Torino e ha poi conseguito un **dottorato di ricerca in Informatica**, lavorando su modelli computazionali applicati al Management Strategico ed all'Economia.

Precedentemente alla presa di servizio presso l'Università di Genova, ha per anni rivestito il ruolo di professore a contratto in diverse sedi universitarie (tra cui SAA-School of Management ed il Dipartimento di Management, dell'Università di Torino). Nello stesso periodo, è risultato vincitore di svariate rilevanti borse di ricerca (tra cui la prestigiosa *borsa Lagrange*, avente ad oggetto lo studio dei sistemi sociali complessi, presso la *Fondazione ISI, Torino*) e ha fruito di alcuni assegni di ricerca accademici post-dottorato.

A partire dal 2012, è stato “*affiliate researcher*” presso la *Scuola Superiore Sant'Anna* (Pisa) e della *UKSim Simulation Society, della Nottingham Trent University*. Attualmente, fa parte del Consiglio Direttivo di C.I.E.L.I., il “*centro di eccellenza italiano per la logistica, le infrastrutture e i trasporti*”, è membro del collegio docenti per il dottorato in “*Strategic Engineering*” e componente della “*Commissione Paritetica*” della Scuola Politecnica dell'Università di Genova.

È titolare di molteplici corsi universitari, in diversi dipartimenti, tra cui Economia, Scienze Politiche, Ingegneria. È titolare del corso “*People Management*” presso IANUA, la Scuola Superiore dell'Università di Genova. Svolge inoltre corsi avanzati presso Master, Dottorati e Scuole di Specializzazione. Segue, in qualità di relatore o supervisore, molti progetti di tesi di laurea e dottorato. È tutor accademico per decine di stage curricolari presso sedi aziendali.

I suoi interessi di ricerca, pur toccando diversi temi nell'ampia area del management strategico, si sono spesso incentrati sull'**analisi, valutazione e gestione dell'innovazione tecnologica in ambito imprenditoriale**. Si occupa di strategie aziendali, strategie di trasporto e logistica, gestione della comunicazione e del marketing, open-innovation, start-up. Nel 2021 è stato nominato “*Esperto di digitalizzazione ed IT per il Management*” dal Consiglio Direttivo di Fondazione Ricerca & Imprenditorialità. In quel contesto e, in particolare, in collaborazione con il prof. Riccardo Varaldo, da anni studia ed analizza l'Economia Industriale nazionale, il rapporto con l'innovazione tecnologica, la trasmissione della conoscenza e della cultura d'impresa, la formazione strategica delle risorse umane.

È esperto di simulazione, in particolare progettazione ed uso di modelli computazionali basati su paradigmi di intelligenza artificiale ed apprendimento automatico, applicati al campo del Management e dell'Economia Aziendale, tema sul quale fa ricerca sin dalla fine degli anni '90 e su cui ha svolto, tra l'altro, la propria tesi di dottorato.

Relatore a decine di convegni accademici ed industriali, è autore di sei monografie e di 112 altre pubblicazioni scientifiche apparse su journal internazionali, capitoli di libro e atti di conferenze.

Al di fuori dell'ambito accademico, nella seconda metà degli anni '90, in virtù della propria passione per la tecnologia e l'informatica, è stato socio fondatore e coproprietario del sito HwZone.it, all'epoca una pietra miliare nella diffusione di notizie e guide approfondite relative al nascente mondo di internet. È stato presidente della società V.Beta srl, che gestiva il menzionato sito, poi ceduto ad HTML.it.

Audizione del 20 febbraio 2024

Memoria di Marco Remondino - marco.remondino@economia.unige.it

AI Generativa e Lavoro: sfide imprenditoriali, culturali e formative

Grazie Presidente, stimati Onorevoli, per l'opportunità di mettermi a disposizione del Paese e di argomentare su un tema al quale, per ricerca e passione personale, mi dedico da oltre vent'anni, cioè studio ed analisi dell'innovazione tecnologica per la creazione di valore, dal punto di vista strategico e manageriale¹. Nel seguito, mi propongo di comunicare il mio modo di intendere l'AI generativa e di argomentare come essa possa essere utilizzata, come innovazione di processo, per creare valore a livello manageriale, produttivo e sociale, con particolare attenzione al mondo della formazione e del lavoro. Per fare ciò, dopo una rapida introduzione, procederò in termini strategici, suddividendo il discorso nell'identificazione di un obiettivo fondamentale (la creazione di valore), per raggiungere il quale sarà necessario un tramite imprescindibile (adeguamento culturale) che potrà essere perseguito solo con uno strumento potentissimo (la formazione).

1. Contestualizzazione introduttiva

Lo sviluppo dei sistemi odierni di AI generativa può essere considerato come un'evoluzione, naturale e continua, fondata su decenni di ricerca e sviluppo in ambiti quali il Natural Language Processing, il Machine Learning, il Data Mining, le Reti Neurali Artificiali, il Deep Learning. Questi ed altri campi hanno posto le basi teoriche e pratiche per lo sviluppo di algoritmi capaci di "generare" contenuti complessi, come testo, immagini, audio, video che imitano la varietà e la complessità delle produzioni umane. Per esempio, gli algoritmi alla base degli attuali sistemi di generazione testuali esistono, in qualche forma, sin dal 2017² e sono particolarmente efficaci nell'apprendimento delle relazioni tra le parti di una sequenza, grazie al cosiddetto "meccanismo di attenzione", che consente al modello di ponderare diversamente le parti di un testo in base al suo contesto.

La vera novità, ora, non sono dunque gli strumenti specifici, ma la loro improvvisa diffusione e la quasi generale consapevolezza della loro esistenza. Ad un tratto, dopo molti anni di reclusione nei centri di ricerca, se ne parla in ogni dove e, ciò, non è necessariamente un bene, soprattutto se e quando ci si ferma alla superficie. **Questa rapida diffusione di una tecnologia diversa, nuova e potente offre potenziali e notevoli opportunità, ma pone grandi sfide per i policy makers, per il mondo imprenditoriale, sociale e del lavoro.**

Per meglio introdurre la portata di quello che dirò, vorrei condividere un aneddoto personale. Nel 1983 i miei genitori mi regalarono un Commodore 64, il mio primo vero computer programmabile. Anche se già appassionato di tecnologia ed informatica, ero pur sempre un bambino piccolo e, come tale, ingenuo. Nell'attesa di riceverlo fantasticavo, con un amico, della possibilità di poter creare videogiochi semplicemente interagendo con la macchina in linguaggio naturale. Mi sono però presto dovuto scontrare con la dura realtà, in cui ogni mia "richiesta" al computer produceva solamente un "errore di sintassi". Per riuscire ad ottenere qualche risultato concreto, ho dovuto imparare a programmare in uno dei suoi linguaggi specifici (nella fattispecie, il BASIC).

¹ Remondino, M. "Gestione della conoscenza e creazione di valore per l'impresa. Sistemi informativi aziendali al servizio della governance", Aracne Editrice (2010)

² Vaswani, Ashish, et al. "Attention is all you need." *Advances in neural information processing systems* 30 (2017).

Ho raccontato questo perché pochissimi giorni fa (12/02/24), il CEO di Nvidia, Jensen Huang, parlando al World Governments Summit a Dubai, ha “ribaltato” il tipico consiglio offerto ai giovani negli ultimi anni, cioè quello di studiare informatica per competere nell'era dell'informazione.

"In realtà, è quasi l'esatto contrario," ha affermato. "Il nostro compito è creare tecnologie informatiche che nessuno debba programmare e far sì che il linguaggio di programmazione sia umano: ora tutti, nel mondo, sono programmatori".

Huang ha esagerato, credo volutamente, sull'ultima parte della sua affermazione; non è ancora così, ma sicuramente dal mio vecchio Commodore 64 ad oggi **ci si è mossi continuamente in quella direzione, cioè un rovesciamento del paradigma che perdura da oltre 40 anni**. La maggior parte delle procedure avanzate continua a richiedere competenze informatiche profonde, ma diverse operazioni possono essere ora svolte rivolgendosi ad un'applicazione per mezzo di linguaggio naturale, venendo compresi e, spesso, soddisfatti. Inoltre, se la capacità di generare testi verosimili e di interagire in linguaggio naturale con gli esseri umani è quella che ci colpisce maggiormente dal punto di vista emotivo, l'AI generativa è sicuramente anche molto altro.

2. La conoscenza di base e l'integrazione nei workflow e nei processi aziendali

Data questa premessa, sono della ferma opinione che **l'obiettivo da perseguire per un virtuoso policy making debba essere quello della creazione di valore** (da non confondersi con la generazione di profitto, che ne costituisce solo una delle molte componenti). Per questo motivo, è ora più che mai fondamentale **focalizzarsi su ciò che questa tecnologia rappresenti e cosa possa offrire, attraverso sue applicazioni potenziali in vari ambiti e settori**, più che sui singoli strumenti specifici, oggetto di continui miglioramenti incrementali. Per far capire cosa intendo, solo negli ultimi giorni, sono stati annunciati o resi disponibili almeno dieci nuovi modelli linguistici, la maggior parte dei quali open-source (e quindi modificabili dalla comunità). È quindi importante conoscere a fondo le basi, per muoversi ed agire agevolmente, tempestivamente ed efficacemente.

Comprendere, per esempio, il reale funzionamento algoritmico e logico alla base di un “*Generative pre-trained transformer*” (GPT) è importante sia per coglierne i limiti intrinseci, sia anche e soprattutto per poter compiutamente immaginarne le implicazioni manageriali e le ricadute sulla società, in primo luogo sul mondo del lavoro.

Questi strumenti non hanno solo la potenzialità di automatizzare alcuni processi, ma anche di modificarli profondamente e addirittura trasformarli, introducendo un livello di flessibilità e personalizzazione maggiore rispetto al passato, migliorando nel contempo la qualità dell'esperienza lavorativa. Ciò avviene per la maggior parte delle innovazioni di processo di tipo “disruptive”. Non è forse accaduto qualcosa di molto simile con l'introduzione dell'informatica in azienda o, a partire dalla seconda metà degli anni '90 del secolo scorso, con la diffusione di internet?

Dal punto di vista manageriale (strategico ed organizzativo), l'aspetto più importante è come integrare i nuovi strumenti nel flusso di lavoro esistente ed implementare “casi d'uso” in grado di produrre realmente valore. Per governare questo processo in modo ottimale è necessaria l'affermazione nelle imprese di una cultura dell'innovazione, manageriale e tecnologica, affiancata dall'altrettanto fondamentale cultura umanistica, come ribadirò in seguito.

Ecco alcuni esempi di casi d'uso e loro correlazione con alcuni tipici KPI aziendali. È possibile migliorare l'efficienza e ridurre i costi interagendo in linguaggio naturale con una base dati documentale. Questo è realizzabile “dialogando” con un *Large Language Model*, installato su un personal computer sufficientemente potente. Lo stesso procedimento può essere attuato con le immagini: si possono

riconoscere e catalogare automaticamente oggetti presenti in milioni di fotografie o video in tempo reale. Questo permette di interrogare il sistema in modo naturale, migliorando efficienza ed efficacia rispetto ad analoghe operazioni effettuate manualmente. Un altro esempio è la generazione di immagini da descrizioni testuali, qualcosa ormai da tempo fattibile sia con modelli installati su workstation locali, sia tramite molti servizi web. Tali sistemi offrono un supporto per la progettazione, il design e la creatività in generale, potenzialmente aumentando il tasso di produttività.

Tutto ciò è già fattibile; è tuttavia fondamentale avere la consapevolezza dei limiti e del perimetro di tali tecnologie. **Stiamo passando a sistemi informativi più potenti di quelli sinora utilizzati, ma anche più inclini ad errori**, in quanto per lo più basati su algoritmi probabilistici. Per completare gli esempi precedenti, vanno sottolineati dunque anche i possibili limiti. I generatori di immagini partono da ciò che è definito "rumore latente"³. Da lì, rivelano progressivamente l'immagine nascosta, eliminando il rumore in passi successivi (iterazioni). Questo processo può creare strane deformità nelle immagini create, a volte persino inquietanti. I generatori di testi operano anch'essi tramite algoritmi statistici, senza tuttavia "comprendere" la semantica del testo sottostante. Questo porta, talvolta, alle cosiddette "allucinazioni" (per non chiamarle errori madornali) all'interno di testi del tutto verosimili, tanto da aver portato alcuni studiosi a volerli analizzare dal punto di vista psicologico⁴. I sistemi di riconoscimento visivo⁵ sbagliano spesso, identificando magari una semplice ombra come un elefante (esempio reale).

3. Un adeguamento culturale necessario e la centralità della formazione

Queste considerazioni portano al punto successivo del mio discorso. Se vogliamo che l'AI generativa sia una innovazione tecnologica in grado di produrre reale valore per le imprese e per le società, è **fondamentale adeguare la cultura e la formazione alle nuove sfide, così come avvenne, per esempio, quando l'automazione fu introdotta nelle linee di montaggio industriali**. Tanta fu la portata di quel cambiamento, che nacquero importanti correnti scientifiche e di ricerca, con l'obiettivo di esplorarne appieno le implicazioni tecniche, economiche, sociali e psicologiche (Taylorismo, Fordismo, Toyotismo, Ergonomia, ...). In tal senso, il paradigma auspicabile è quello inter- e multidisciplinare. **I policy makers dovrebbero lavorare in stretta collaborazione con esperti di aree diverse o, meglio ancora, dotati di fondata e comprovata cultura interdisciplinare**.

Per una governance efficace dell'AI generativa, pare dunque essenziale che gli esperti incaricati del policy making combinino competenze avanzate in tecnologia applicata con una profonda conoscenza delle dinamiche sociali ed umanistiche. **Questa intersezione di sapere è cruciale**, soprattutto per l'impatto sul mondo del lavoro, assicurando così che le decisioni prese siano informate, equilibrate e sensibili alle molteplici sfaccettature del progresso tecnologico e del suo effetto sulla società.

In questo contesto, ritengo sia fondamentale esercitare una notevole **prudenza nell'accettare affermazioni di tono catastrofico**, frequentemente veicolate attraverso i media mainstream, **che preconizzano la sostituzione di milioni di lavoratori con tali tecnologie**. Spesso tali dichiarazioni si basano su una non approfondita conoscenza delle tecnologie e sono valide solo "a scopo mediatico".

L'Economia – e di conseguenza il mondo del lavoro – non è un gioco a somma zero, ma un qualcosa che si può espandere, anche significativamente, grazie ad innovazioni tecnologiche, se ben utilizzate. In tempi recenti, **ciò è stato illustrato magistralmente dalla diffusione di internet, che ha**

³ Wang, Ting-Chun, et al. "High-resolution image synthesis and semantic manipulation with conditional gans." *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2018.

⁴ Bellini-Leite, Samuel C. "Dual Process Theory for Large Language Models: An overview of using Psychology to address hallucination and reliability issues." *Adaptive Behavior* (2023): 10597123231206604.

⁵ Stockman, George, and Linda G. Shapiro. *Computer vision*. Prentice Hall PTR, 2001.

determinato la nascita di nuovi, immensi mercati e creato nuove e spesso inaspettate professionalità. Per alcuni ruoli che potranno essere effettivamente rimpiazzati dall'utilizzo di strumenti automatici generativi, ne potranno essere creati altrettanti (o, probabilmente, molti di più) grazie ad essi, se l'atteggiamento culturale e normativo sarà quello corretto e soprattutto se le risorse umane saranno formate per poterne cogliere le potenzialità. A tal proposito, una recente ricerca ha mostrato come il 60% dei posti di lavoro del 2018 fosse in ambiti che non esistevano prima del 1940⁶.

Premesso che, per molto tempo, la supervisione umana rimarrà fondamentale, date le innegabili problematiche di affidabilità prima citate, è in ogni caso **importante ragionare sin d'ora in termini di formazione all'utilizzo corretto di questi strumenti**, per evitare contraccolpi futuri di tipo sociale ed occupazionale. Nell'analisi della macro-traiettoria tecnologica a livello storico, si osserva una curva esponenziale. Tuttavia, un'analisi più dettagliata rivela che la curva è ondulata, costituita da molte curve a S⁷ sequenziali. Inizialmente la curva presenta una crescita poco accentuata, magari anche per lunghi periodi, ma poi essa aumenta progressivamente (o spesso improvvisamente) di inclinazione, sino a diventare molto ripida. L'attuale "diffusione di massa" dell'AI generativa costituisce solo l'inizio dell'impennata della curva e quello che verrà, d'ora in avanti, andrà governato con grande attenzione e competenza.

Per questo motivo, l'ambito formativo, a tutti livelli, è quello che forse dovrebbe maggiormente – e con più rapidità – prendere atto di quanto stia avvenendo in ambito tecnologico.

Ritengo che la maggior parte dei lavoratori che a lungo hanno utilizzato i sistemi informativi comunemente diffusi in azienda debba essere formata per adattarsi ed interagire correttamente con i nuovi sistemi di AI generativa. Paradossalmente, anche i giovani tra i 20 e i 25 anni (che sono tipicamente gli studenti con cui lavoro) hanno un atteggiamento che dev'essere aggiornato. Forse, l'utilizzo intensivo dei social network li ha abituati ad un approccio "passivo" e limitato nei confronti dei sistemi informativi. A tal proposito, è interessante notare che, quando propongo l'utilizzo di un modello di linguaggio per supportare specifiche attività manageriali (come ad esempio l'analisi SWOT), la maggior parte di loro rimane inizialmente confusa. Anche se è probabile che abbiano già sperimentato l'uso di chatGPT, lo hanno fatto principalmente per divertimento o per mera curiosità tecnologica, senza approfondirne le caratteristiche tecniche e, soprattutto, senza conoscerne reali vantaggi, svantaggi e problemi. Per esempio, la maggior parte di loro non è affatto consapevole del fatto che chatGPT sia solo uno dei tanti modelli linguistici disponibili. Ancora meno studenti sono a conoscenza del fatto che la maggior parte degli altri modelli disponibili sia open-source e possa essere installata su un PC locale, senza la necessità di dover condividere i propri dati o documenti con un servizio cloud. Infine, di solito, l'unica forma di AI generativa di cui sono consapevoli è quella che produce testo ed il loro atteggiamento nei confronti della stessa è simile a quello di un bambino di fronte ad un prestigiatore.

La formazione dovrebbe, quanto prima, prevedere l'impiego di tali sistemi per supportare altre attività settoriali e specifiche, proprio com'è stato fatto con i pacchetti di produttività per l'ufficio dalla metà degli anni '90. Per esempio, ritengo di fondamentale importanza sviluppare l'abilità di "*prompt engineering*", ossia la capacità di formulare richieste al sistema nel modo più efficace possibile, minimizzando i possibili errori di interpretazione. Sarebbe inoltre utile includere nei vari insegnamenti alcune sessioni dedicate alla comprensione delle capacità e dei limiti di tali sistemi, nonché alla valutazione critica dei risultati prodotti. Ciò verrebbe favorito dall'impiego esempi pratici in contesti

⁶ Autor, David, et al. *New Frontiers: The Origins and Content of New Work, 1940–2018*. No. w30389. National Bureau of Economic Research, 2022.

⁷ Shimogawa, Shinsuke, Miyuki Shinno, and Hiroshi Saito. "Structure of S-shaped growth in innovation diffusion." *Physical Review E* 85.5 (2012): 056121.

specifici, come per esempio la creazione di contenuti per il marketing digitale, la generazione di suggerimenti personalizzati per i clienti o l'analisi automatica e condizionata di grandi volumi di dati.

Questo processo di adeguamento e apprendimento, però, non può essere attuato in pochi giorni e, sicuramente, non senza un programma ben strutturato a livello nazionale. È spesso necessario formare i formatori stessi, richiedendo un impegno prolungato e focalizzato, a livello di sistema educativo e sistema Paese. Solo così sarà possibile preparare adeguatamente ed efficacemente le risorse umane al mercato del lavoro attuale e futuro, garantendo che siano pronte a sfruttare appieno le opportunità offerte dall'AI generativa e sue molteplici applicazioni settoriali, evitandone o minimizzandone le intrinseche problematiche.

4. Conclusioni

Così come gli algoritmi di apprendimento automatico, da molti anni, sono in grado di elaborare strategie per guidare un robot fuori da un labirinto, le AI generative producono contenuti come testi, immagini, video, audio (e, perché no, formule matematiche, chimiche, codice informatico, ...). La loro improvvisa diffusione pone sfide ed offre opportunità, al fine di sfruttare al meglio questi strumenti per la creazione di valore. Ciò richiede una comprensione profonda ed interdisciplinare del contesto, oltre ad un fondamentale possesso di competenze specifiche nel campo computazionale ed algoritmico. È cruciale favorire un adeguamento culturale, attraverso la formazione di lavoratori e studenti, evitando di cedere a timori spesso infondati o comunque evitabili attraverso una buona preparazione e con il supporto di esperti multidisciplinari.

Diversi studi mostrano come l'AI possa significativamente ridurre i costi operativi, migliorare la qualità dei prodotti e servizi ed aumentare i margini di profitto. Tuttavia, è fondamentale riconoscere come, nonostante i molti potenziali benefici, la sua applicabilità presenti ancora significative limitazioni, che rendono imprescindibile il fattore umano.

Pertanto, enfatizzare l'importanza dell'educazione e della formazione culturale diventa prioritario per sfruttare appieno i benefici dell'AI generativa, promuovendo un impatto positivo sul mondo del lavoro non solo come strumento di aumento di competitività, ma anche e soprattutto foriero di miglioramento qualitativo e sociale.