

IL FUTURO DELLE COMPETENZE

L'OCCUPAZIONE NEL 2030

Hasan Bakhshi
Jonathan M. Downing
Michael A. Osborne
Philippe Schneider

Crediamo di fare cosa utile presentando al lettore italiano, e in particolare a chi opera nella e intorno alla scuola, la ricerca Pearson-Nesta *Il futuro delle competenze*. Ma perché un editore scolastico si occupa di lavoro e professioni?

La discussione sul futuro del lavoro, dati gli imponenti processi di trasformazione tecnologica che caratterizzano la nostra epoca, desta forti preoccupazioni fra i cittadini e coinvolge studiosi, economisti, sociologi e politici. Ed è logico che sia così, perché il lavoro non è solo il mezzo per procurarsi di che vivere ma anche una forma fondamentale di espressione della persona e un vettore primario di integrazione sociale. I “pessimisti” vedono un futuro in cui l’automazione porterà a disoccupazione e precarietà. Per gli “ottimisti”, invece, l’innovazione tecnologica produrrà crescita e nuovo lavoro, com’è accaduto sin dalla Rivoluzione Industriale.

Chi abbia ragione è difficile dirlo, anche perché i tempi dell’innovazione tecnologica sono molto più rapidi di quelli dell’analisi sociale. Ma la ricerca *Il futuro delle competenze* ci dice che forse non è questo il modo più utile di affrontare il problema. In primo luogo, perché la variabile “occupazione” non dipende in modo esclusivo dall’innovazione tecnologica ma da un insieme di variabili - demografia, sostenibilità, disuguaglianze, stabilità politica - che fanno parte dei processi di globalizzazione e che richiedono di essere governate. In sostanza, il futuro del lavoro non dipende solo e tanto dalla tecnologia ma da come sapremo affrontare l’innovazione in un contesto sociale e globale caratterizzato dall’instabilità. In secondo luogo perché, se è probabile che *molte* professioni spariranno da qui al 2030 - la ricerca ne offre un’analisi approfondita e basata su una metodologia innovativa -, è invece certo che *tutte* cambieranno. Ed è qui che entrano in gioco la scuola e, più in generale, i sistemi formativi. È infatti la scuola che dovrà fornire le *employability skills*, le nuove competenze trasversali necessarie a qualificarsi (e riqualificarsi) per un mondo del lavoro investito da un incessante cambiamento. Per fare questo, però, anche la scuola dovrà cambiare: la ricerca ci rassicura sul fatto che la professione docente sarà una delle più stabili nei prossimi decenni, ma lancia anche una chiara sfida alla nostra capacità di innovare metodologie e contenuti dell’insegnamento-apprendimento.

Mario Mariani
Amministratore delegato Pearson Italia

INDICE

+

IL FUTURO DELLE COMPETENZE: OVERVIEW

- 4 Sintesi
- 5 Il nostro contributo
- 6 La nostra metodologia
- 8 Macrotrend
- 9 I nostri risultati
- 13 Conclusioni

IL FUTURO DELLE COMPETENZE: LA RICERCA

- 16 1. Introduzione
- 18 2. Rassegna della letteratura sulle prospettive occupazionali
- 18 2.1. Prevedere professioni e competenze
- 19 2.2. Cambiano le richieste di competenze
- 20 2.3. Mercato del lavoro e cambiamento strutturale
- 23 Panoramica dei trend
- 28 3. L'approccio
- 29 4. I dati
- 30 5. Risultati
- 30 5.1. Professioni
- 30 5.1.1. USA
- 35 5.1.2. Regno Unito
- 39 5.2. Competenze
- 40 5.2.1. USA
- 42 5.2.2. Regno Unito
- 43 5.3. Nuove professioni
- 43 5.3.1. USA
- 45 5.3.2. Regno Unito
- 46 6. Limiti dell'analisi
- 47 7. Conclusioni

IL FUTURO DELLE COMPETENZE
OVERVIEW

SINTESI

I dibattiti più recenti intorno al futuro delle professioni si sono concentrati principalmente sulla presenza o meno di rischi collegati all'automazione (Arntz et al., 2016; Frey e Osborne, 2017; McKinsey, 2017; PwC, 2017). Gli studi hanno generalmente minimizzato gli effetti potenziali dell'automazione sulla creazione di posti di lavoro e si sono mostrati inclini a ignorare altri trend rilevanti, tra cui la globalizzazione, l'invecchiamento della popolazione, l'urbanizzazione e la crescita di importanza dell'"economia verde" o *green economy*.

In questo studio utilizziamo un metodo nuovo e più completo per individuare i cambiamenti che probabilmente si manifesteranno nell'occupazione e le loro implicazioni per le competenze professionali richieste. Mostriamo sia ciò che ci si può aspettare sia le aree di incertezza che permangono. Indichiamo anche le probabili dinamiche nei differenti segmenti del mercato del lavoro, dall'alimentare alla sanità, all'industria manifatturiera. Emerge una probabile tendenza alla crescita dell'occupazione nei settori dell'istruzione, della sanità e nell'impiego pubblico in generale. Spieghiamo inoltre perché, rispetto a quanto si presumeva in passato, è meno probabile che le occupazioni a bassa specializzazione, in campi come le costruzioni e l'agricoltura, vadano incontro a un peggioramento delle condizioni del mercato del lavoro.

Più in generale, mettiamo in luce le competenze che saranno maggiormente richieste, comprese le competenze interpersonali, le competenze cognitive di ordine superiore e le competenze sistemiche. A differenza di altri studi recenti, il metodo da noi adottato rende anche possibile prevedere con un certo grado di affidabilità i nuovi tipi di lavori che potrebbero emergere.

Lo studio contesta il falso allarmismo che contribuisce a creare una cultura dell'avversione al rischio e che ostacola l'innovazione tecnologica e la crescita: ciò vale particolarmente per paesi come gli Stati Uniti e il Regno Unito, che già devono affrontare problemi strutturali di produttività (Atkinson e Wu, 2017; Shiller, 2017).

Al centro del rapporto è lo sforzo di giungere a indicare le azioni che educatori, governanti e singoli individui possono intraprendere per prepararsi meglio ad affrontare il futuro.

IL NOSTRO CONTRIBUTO

Questa ricerca introduce un **nuovo approccio “misto” alla previsione**, che combina il giudizio di esperti con il *machine-learning classifier* o apprendimento automatico, consentendo di raggiungere una comprensione senza precedenti dei complessi rapporti di dipendenza tra **caratteristiche del lavoro**. Sfruttiamo questa capacità potenziata per valutare le complementarità tra competenze e ricavarne le implicazioni per le nuove occupazioni.

L'analisi, che si focalizza su Stati Uniti e Regno Unito, è inoltre fondata su un'esplicita considerazione di fonti diverse e interagenti – sia tecnologiche, sia non tecnologiche – di **cambiamento strutturale**, destinate ad avere impatti significativi sulle competenze richieste in futuro.

L'identificazione di “panieri” di competenze, capacità e aree di conoscenza che, con la massima probabilità, saranno importanti in futuro, come pure degli investimenti in competenze che avranno il maggiore impatto sulla domanda occupazionale, fornisce informazioni che educatori, aziende e governi possono usare per determinare le proprie strategie e guidare le proprie azioni.

LA NOSTRA METODOLOGIA

Ecco come funziona la nostra metodologia.

ANALISI DI TREND

Cominciamo con una panoramica dei fattori di cambiamento e delle interazioni che con ogni probabilità modelleranno le strutture produttive e i mercati del lavoro nel 2030. Abbiamo inoltre raccolto informazioni dettagliate sulle professioni (compiti essenziali, settori collegati ed evoluzione storica). Questo materiale è usato per contestualizzare e alimentare le discussioni nei laboratori previsionali, o workshop, che si sono tenuti negli Stati Uniti e nel Regno Unito, i paesi presi a riferimento per la nostra analisi.

WORKSHOP

Nei laboratori, i panel di esperti esaminano tre insiemi di dieci diverse professioni e sono invitati a discutere sulle prospettive future di ognuna di esse alla luce dei trend individuati. Il primo insieme di dieci professioni viene scelto casualmente. I partecipanti, in base alla loro visione delle future prospettive della domanda, assegnano etichette ("cresce", "senza variazioni", "diminuisce") alle occupazioni, indicando il grado di sicurezza e attendibilità che attribuiscono alle proprie risposte. Allo scopo di affinare le previsioni viene poi implementato un metodo di apprendimento attivo: i successivi insiemi da etichettare sono scelti da un algoritmo. Nello specifico, l'algoritmo identifica professioni, suddivise per aree di competenze, a proposito delle quali vi è minore certezza, sulla base delle occupazioni precedentemente etichettate. Questo processo è ripetuto due volte per generare un *training set* di 30 professioni.

O*NET

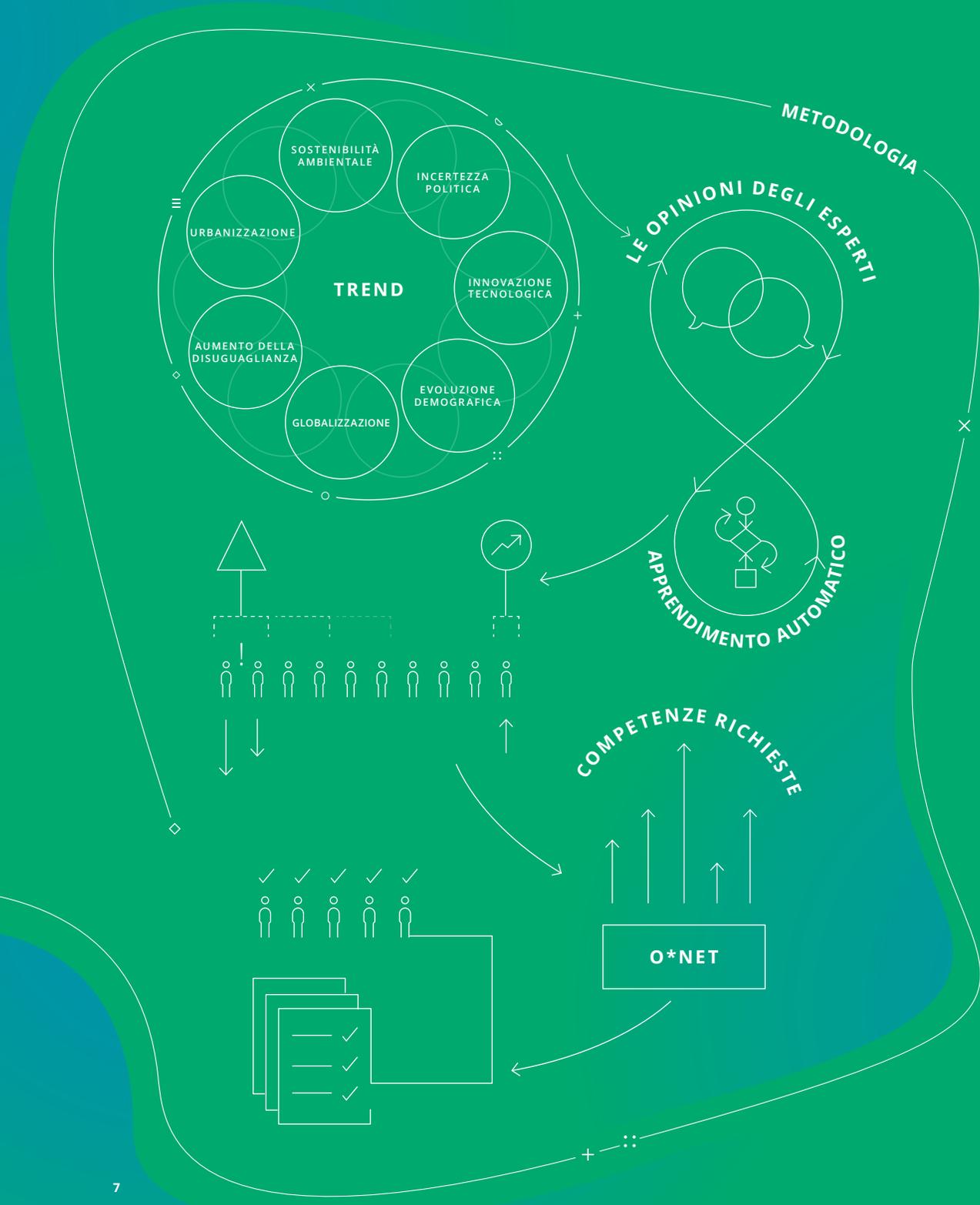
O*NET (o Occupational Information Network) del Dipartimento del Lavoro statunitense è un database online gratuito che contiene centinaia di definizioni di occupazioni per aiutare studenti, chi è in cerca di lavoro e professionisti impegnati nello sviluppo di business e progetti a comprendere meglio le dinamiche del mondo del lavoro statunitense. I dati raccolti nel sondaggio O*NET del 2016 sono stati utilizzati in questa ricerca per capire quali competenze, abilità e aree di conoscenza compongono ogni gruppo.

APPRENDIMENTO AUTOMATICO

Successivamente, per formulare previsioni su tutte le professioni, queste informazioni vengono usate allo scopo di addestrare un *machine-learning classifier* (un classificatore di apprendimento automatico). Questo classificatore si basa su un insieme di dati dettagliati relativi a 120 caratteristiche – competenze, abilità e conoscenze – usate dal servizio **O*NET** del Dipartimento del Lavoro statunitense per "classificare" le professioni. Stabiliamo inoltre, mediante un "raccordo", una corrispondenza tra questi dati e le professioni più strettamente paragonabili per quanto riguarda il Regno Unito. Insieme alla previsione delle variazioni della domanda di lavoro, questo ci permette di stimare quali competenze, per estensione, avranno maggiori probabilità di sperimentare una crescita o un declino.

ANALISI

Interpretiamo i risultati del *machine-learning classifier* alla luce delle discussioni che hanno avuto luogo nel workshop e poniamo in evidenza i risultati più rilevanti per i datori di lavoro, gli educatori e i policy maker.



MACROTREND

Il futuro del lavoro non è influenzato solo dall'automazione. Per estendere il campo visivo, il nostro modello comprende un'analisi dei seguenti macrotrend.

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

- Sul cambiamento climatico continua a esserci un largo consenso, anche se con notevoli incrinature.
- I cambiamenti strutturali sono associati all'emergere del settore della *green economy* e, quindi, di *green jobs*, i nuovi posti di lavoro creati dall'economia verde, che però sono esposti all'instabilità della politica.

URBANIZZAZIONE

- Più di metà della popolazione mondiale vive nelle città e nel 2050 la popolazione urbanizzata salirà al 70%. Le città attraggono attività economiche di alto valore aggiunto e ad alto livello di conoscenza; offrono opportunità di impiego e di consumo più diversificate.
- Gli elementi di incertezza riguardano, tra gli altri, la politica fiscale, gli investimenti infrastrutturali, l'alto rapporto debito pubblico/PIL.

AUMENTO DELLA DISUGUAGLIANZA

- Aumento della disuguaglianza di reddito e di ricchezza, compressione della classe media.
- Disparità nell'istruzione, nell'assistenza medica, nei servizi sociali e nei consumi.

INCERTEZZA POLITICA

- Gli indicatori di incertezza geopolitica sono rimasti alti dopo il picco dell'11 settembre 2001.
- Ciò si rispecchia nell'incertezza della politica generale e negli interventi pubblici, ossia nella capacità delle istituzioni e dei governi di agire in modo credibile e coerente.
- Questa incertezza influisce negativamente sull'attività economica in settori influenzati dallo Stato, come la difesa, la finanza, l'edilizia, l'industria meccanica e la sanità.

INNOVAZIONE TECNOLOGICA

- Permangono i timori dell'impatto dell'automazione sull'occupazione.
- Negli Stati Uniti, le stime del futuro impatto dell'automazione oscillano da un massimo del 47% dell'occupazione a rischio a un minimo del 9%.
- Dall'altro lato, la tecnologia potenzia le capacità umane in alcune occupazioni e crea professioni e settori di attività interamente nuovi.

GLOBALIZZAZIONE

- I mercati globali del lavoro sono sempre più integrati.
- La globalizzazione porta benefici (produzioni manifatturiere avanzate, servizi ad alto livello di conoscenza...) ma ha anche costi (impatti sull'occupazione e sui salari, disavanzi commerciali, settori manifatturieri obsoleti...).
- La crisi finanziaria genera spinte anti-globalizzazione (per esempio, crescita rallentata del commercio mondiale, ritorno al protezionismo).

EVOLUZIONE DEMOGRAFICA

- Le istituzioni subiscono pressioni per il controllo della spesa pensionistica, che si contrappone agli investimenti in istruzione, R&S (Ricerca e Sviluppo), infrastrutture.
- Ciò causa una reazione a catena che coinvolge sanità, finanza, abitazioni, istruzione, attività ricreative.
- Il ricambio generazionale ha portato l'avvento della generazione dei Millennials, con comportamenti di lavoro e di consumo divergenti.

I NOSTRI RISULTATI

LA DOMANDA FUTURA DI PROFESSIONI

Tra le persone che oggi lavorano, circa il 10% esercita professioni che probabilmente registreranno una crescita in percentuale del totale della forza lavoro. Circa il 20%, invece, svolge professioni che probabilmente subiranno una contrazione. Quest'ultima stima, in particolare, è molto più contenuta di quanto suggerito da recenti studi sull'automazione.

Ciò significa che circa sette persone su dieci, cioè il restante 70%, sono impegnate in attività lavorative di cui semplicemente non sappiamo con certezza che cosa accadrà. Tuttavia, i nostri risultati sul futuro delle competenze suggeriscono che la ridefinizione delle mansioni, unitamente al riaddestramento della forza lavoro, potrebbe promuovere la crescita di queste occupazioni.

Un elemento chiave dello studio è la quantificazione dell'incertezza riguardante i probabili trend futuri. Queste incertezze rispecchiano l'arduo compito di considerare contemporaneamente tutti i macrotrend che potrebbero influenzare il futuro dei lavori. Altre incertezze scaturiscono dalla distinzione tra professioni per le quali si prevede un aumento della domanda (che si riflette in una più ampia crescita dell'occupazione) e professioni che cresceranno rispetto alle altre. Questa distinzione risulta importante perché i gruppi di esperti in USA e nel Regno Unito predicano che complessivamente la forza lavoro continuerà a crescere fino al 2030.

Produzione manifatturiera

Le occupazioni dell'industria manifatturiera richiedono di installare, testare e regolare macchinari o attrezzature di produzione, utilizzando qualsiasi combinazione di tecnologie elettriche, elettroniche, meccaniche, idrauliche, pneumatiche o informatiche.

L'incertezza dei risultati deriva anche dall'utilizzo dell'insieme di dati più ricco possibile riguardo le caratteristiche di ogni occupazione, vale a dire: competenze, abilità e conoscenze richieste. (L'uso di tutte le 120 caratteristiche di O*NET è un importante tratto distintivo del nostro studio. Per esempio, lo studio più recente di Frey e Osborne [2017] usa solo 9 categorie di competenze.) Questa caratterizzazione dettagliata delle professioni le rende meno simili l'una all'altra, limitando in tal modo il livello di attendibilità con il quale il modello formula previsioni su una professione in base alle previsioni attribuite a un'altra. In compenso, però, come osservato qui sotto, siamo in grado di sviluppare una comprensione molto più sfumata della futura domanda di competenze.

Molte professioni probabilmente destinate a sperimentare una caduta dei livelli di occupazione sono, com'era presumibile, a bassa o media specializzazione. Tuttavia, in contrasto con altri studi, notiamo che non tutti i lavori con un livello medio o basso di specializzazione sembrano destinati ad affrontare lo stesso futuro inesorabile.

L'innovazione tecnologica e la globalizzazione possono spiegare perché si prevede che molte attività poco o mediamente specializzate (per esempio, nella **produzione manifatturiera**) riducano la propria quota rispetto al totale della forza lavoro. Anche il declino previsto di occupazioni amministrative e di segreteria, o di alcune figure professionali associate alle vendite, è coerente con questo trend. Le occupazioni agricole, le **attività artigianali** e l'edilizia, tuttavia, presentano andamenti più eterogenei, indicando la possibilità che si formino aree di opportunità in tutta la gamma delle competenze.

Attività artigianali

Nel Regno Unito, le attività artigianali comprendono, tra le altre, impieghi nel settore agricolo, metallurgico, edile, tessile, alberghiero, della preparazione alimentare e della lavorazione del legno.

I risultati indicano inoltre che probabilmente aumenterà l'importanza di servizi che non sono oggetto di scambi internazionali (*non-tradable*) come i servizi di base, o la ristorazione e le attività ricettive. Molte di queste occupazioni, di nuovo, non richiedono un'alta specializzazione. Tuttavia sono associate a prodotti differenziati, che i consumatori apprezzano sempre di più.

Ciò indica che tali professioni possono essere pronte per un *job redesign* e per un aggiornamento delle competenze della forza lavoro, allo scopo di valorizzare maggiormente la varietà dei prodotti: uno sviluppo annunciato dal riemergere di occupazioni di tipo artigianale come il barbiere, il birraio, il creatore di tessuti.

In generale, gli impieghi nel settore pubblico – con qualche eccezione – hanno un ruolo di primo piano e sono previsti in crescita.

Nel Regno Unito, si prevede con un buon grado di certezza l'incremento dell'occupazione nell'istruzione, nella sanità e in generale nel settore pubblico. Questi risultati sono compatibili con l'invecchiamento della popolazione e un maggior interesse per la formazione permanente. Sono altresì coerenti con la natura ad alto impiego di manodopera di questi settori e con il loro potenziale di crescita della produttività tradizionalmente più basso (Baumol e Bowen, 1966). Sono infine coerenti con l'idea che i ruoli nel settore pubblico siano più resistenti all'automazione (Acemoglu e Restrepo, 2017a).

Servizi di base

Nel Regno Unito, i servizi di base consistono in compiti semplici e di routine che richiedono principalmente l'uso di strumenti manuali e spesso alcuni sforzi fisici (per es. lavoratori agricoli, operatori ecologici, scaffalisti).

Ci aspettiamo inoltre una domanda vivace per alcune di quelle attività professionali – non tutte – che rispecchiano la costante crescita del settore dei servizi.

Le professioni connesse con le attività creative, il digitale, il design e la progettazione hanno prospettive brillanti e sono integrate e potenziate (piuttosto che sostituite) dalla tecnologia digitale. Il settore dell'architettura e le attività legate al settore *green*, dal canto loro, dovrebbero beneficiare dalla crescente urbanizzazione e del sempre più pronunciato interesse per la sostenibilità ambientale.

È interessante notare che le prospettive della domanda possono variare considerevolmente per alcune categorie di *white collars* che peraltro sembrano molto simili. Per esempio, negli Stati Uniti, le proiezioni riguardanti gli analisti di gestione, gli specialisti della formazione e dello sviluppo, gli specialisti delle relazioni industriali – tutte occupazioni che dovrebbero trarre beneficio dalla riorganizzazione del lavoro – mostrano una maggiore richiesta di forza lavoro, mentre si prevede un declino per gli specialisti finanziari. Quest'ultima previsione è compatibile con l'impatto che l'automazione avrà sulle attività cognitive avanzate, nonché sui ruoli di routine.

Aggiungiamo che, sebbene sia previsto un declino in molte occupazioni legate alle vendite, in coerenza con l'espansione del commercio digitale, alcuni ruoli di nicchia come quelli dei tecnici di vendita e degli agenti immobiliari possono andare in controtendenza.

LA DOMANDA FUTURA DI COMPETENZE

I nostri risultati forniscono un ampio supporto alle politiche pubbliche e all'interesse degli esperti per le cosiddette "competenze del XXI secolo".

Rileviamo, sia negli USA sia nel Regno Unito, una grande enfasi sulle competenze interpersonali, sulle competenze cognitive di ordine superiore e sulle competenze di sistema.

Soprattutto negli Stati Uniti vengono messe particolarmente in risalto le competenze interpersonali. Queste comprendono la capacità di trasmettere conoscenze, la percettività sociale (la capacità di ascolto e di comprensione) e il coordinamento, così come le conoscenze collegate, in particolare la psicologia e l'antropologia. Ciò concorda con le indicazioni fornite dalla letteratura specialistica sulla crescente importanza, nel mercato del lavoro, delle competenze sociali (Deming, 2015). Ci sono buone ragioni per ritenere che l'importanza delle competenze interpersonali continuerà a crescere: non solo perché interessano le organizzazioni, che cercano di ridurre i costi di coordinamento, ma anche perché giovano alla comprensione del contesto culturale in cui agiscono la globalizzazione e la diffusione della tecnologia digitale (Tett, 2017).

I risultati confermano anche l'importanza delle competenze cognitive di più alto ordine come **l'originalità, la prontezza di idee e l'apprendimento attivo**.

Un quadro analogo emerge anche nel Regno Unito. I risultati evidenziano una relazione particolarmente stretta tra competenze cognitive di ordine superiore e futura domanda occupazionale. Un particolare rilievo hanno poi competenze

Prontezza di idee La capacità di elaborare una serie di idee riguardo un argomento (ciò che è importante è il numero di idee, non la loro qualità, correttezza o creatività).

Apprendimento attivo Comprendere quali implicazioni possono avere le nuove informazioni per la risoluzione di problemi attuali e futuri, e qual è il processo decisionale.

Analisi dei sistemi Determinare come un sistema dovrebbe funzionare e come i cambiamenti nelle condizioni, il modo di operare e l'ambiente influenzeranno i risultati.

Valutazione dei sistemi Identificazione di misure o indicatori delle prestazioni del sistema e delle azioni necessarie per migliorare o correggere tali prestazioni, in relazione agli obiettivi del sistema.

come **valutare e prendere decisioni, analizzare i sistemi, valutare i sistemi**, competenze legate a una visione, per l'appunto, sistemica, che consente di riconoscere, interpretare e modificare interconnessioni e circuiti di interazioni nei **sistemi sociotecnici**.

La nostra analisi mostra che la forza lavoro futura, oltre alle caratteristiche più specializzate che saranno richieste per occupazioni specifiche, necessiterà di un'ampia cultura di base.

Tutte le occupazioni per le quali è previsto un aumento della forza lavoro sono fortemente associate a solide conoscenze di base in aree come le competenze linguistiche, la storia, la filosofia, l'amministrazione e la direzione aziendale.

Altre conoscenze, come la padronanza delle lingue straniere, sono particolarmente preziose come integrazioni:

in altre parole, diventano importanti nelle professioni specializzate quando certe altre caratteristiche hanno un grande valore. Rileviamo un modello simile per un certo numero di caratteristiche collegate a una formazione tecnico-scientifica (le cosiddette *STEM related features*, dove l'acronimo sta per *Science, Technology, Engineering e Mathematics*) come l'uso dei metodi scientifici per risolvere i problemi, la progettazione tecnologica, l'analisi operativa. È interessante notare che queste caratteristiche risultano complementari alle tradizionali professioni STEM, come pure ad alcune occupazioni non STEM, come ruoli di segretario o amministrativi.

Sistemi sociotecnici Il termine "sistema sociotecnico" si riferisce all'interazione tra la complessità delle infrastrutture e il comportamento umano. Può anche essere usato per descrivere la relazione tra uomo e tecnologia sul posto di lavoro.

SCOPRIRE LE COMPLEMENTARITÀ TRA COMPETENZE

Le professioni, e le competenze che esse richiedono, non sono scolpite nella pietra, ma possono adattarsi ai cambiamenti dell'ambiente economico (Becker e Muendler, 2015). Il nostro modello indica come sia possibile variare il contenuto delle professioni in termini di competenze per aumentare le probabilità di un incremento della loro domanda. Come sopra osservato, parliamo in questi casi di **“competenze complementari”**, in quanto il loro impatto sulla domanda è condizionato da altre competenze che concorrono a formare la professione. La nozione di complementarità può essere usata per determinare con che priorità investire in queste competenze e per riflettere sul modo di ridisegnare i lavori mettendole a frutto.

Le competenze complementari che sono più spesso associate a un incremento della domanda sono: servizi alla clientela e alla persona, saper valutare e prendere decisioni, capacità di progettazione di sistemi tecnologici, prontezza di idee, approccio scientifico e analisi operativa.

Negli Stati Uniti, competenze quali i servizi alla clientela, i servizi alla persona, la progettazione di sistemi tecnologici e l'approccio scientifico sono, secondo la nostra analisi, le competenze complementari più utili ad aumentare la domanda occupazionale delle professioni di riferimento, al di là di quanto correntemente previsto, nonostante le notevoli differenze tra gruppi professionali.

Prendiamo, per esempio, le attività produttive che, in base alla nostra analisi, hanno una probabilità elevata di andare incontro a un declino della forza lavoro. Il nostro modello suggerisce che una crescente conoscenza dei servizi alla clientela e alla persona, come pure della progettazione e installazione di tecnologie, avrà il massimo impatto positivo sulla domanda futura di queste professioni, arrestando il declino che altrimenti le attenderebbe.

Nel Regno Unito, emerge che saper valutare e saper prendere decisioni, avere prontezza di idee e capacità di analisi operativa sono complementi importanti della domanda di molte professioni. La letteratura sottolinea la necessità di unire queste competenze a cambiamenti nel disegno organizzativo, quali una maggiore delega, il coinvolgimento dei dipendenti nelle decisioni e altre pratiche connesse ad attività ad alta prestazione al fine di massimizzare il loro impatto (Ben-Neer e Jones, 1995; Kruse et al., 2004; Lazear e Shaw, 2007).

I NUOVI LAVORI

Una caratteristica attrattiva del nostro approccio è che permette di configurare professioni che non esistono ancora, ma possono emergere in futuro, in risposta ai fattori di cambiamento identificati. Il modello ci permette, cioè, di delineare occupazioni ipotetiche, diverse da quelle esistenti, di cui si può considerare “quasi certo” lo sviluppo futuro. In particolare, possiamo individuare le combinazioni di competenze, aree di conoscenze e capacità che sono più strettamente associate a queste nuove occupazioni.

Per quanto riguarda gli Stati Uniti, il modello identifica quattro professioni ipotetiche, insieme con le loro prime cinque caratteristiche. È possibile capire qualcosa di più su queste occupazioni ipotetiche osservando le “più affini” tra le professioni esistenti e la loro crescita storica.

Per il Regno Unito, sono state scoperte dal modello due nuove professioni, insieme con le loro prime cinque caratteristiche. Anche in questo caso abbiamo preso in considerazione le professioni che sono ad esse più affini e la loro crescita storica.

CONCLUSIONI

Il lavoro è la base dell'economia e del nostro vivere sociale: avere un lavoro dà un significato alla vita delle persone, rafforza l'autostima, fornisce un reddito e la possibilità di contribuire al benessere della società (Banerjee e Duflo, 2008; World Bank, 2013; Taylor, 2017). Il timore che emerge oggi è che questa relazione sia sottoposta a tensioni dovute ai cambiamenti strutturali, che ancora una volta modificano i livelli di occupazione e le figure professionali.

Sotto questo aspetto, la nostra analisi fornisce ragioni di ottimismo: lungi dall'essere fatalmente destinate alla rovina a causa dell'innovazione tecnologica e degli altri trend, scopriamo anzi che molte professioni hanno prospettive di impiego brillanti o comunque aperte. Cosa ancora più importante, facendo riferimento a differenti professioni in USA e nel Regno Unito, illustriamo come la combinazione delle competenze in possesso della forza lavoro sia migliorabile al fine di cogliere le nuove opportunità.

Ciò, tuttavia, richiede che tutti gli interessati – individui, educatori, imprese e governi – rispondano in modo adeguato. La storia ci ricorda che gli investimenti in competenze devono essere al centro di qualsiasi strategia di adattamento di lungo termine al cambiamento strutturale. Una preconditione è l'accesso a informazioni attendibili su quali siano le competenze necessarie: in mancanza di ciò, i policy maker rischiano di muoversi alla cieca.

Ci auguriamo che questo report rappresenti un passo avanti verso il miglioramento di un'agenda di importanza vitale.

The image features two large, thin green arcs that frame the central text. The top arc starts at the left edge and curves down towards the right. The bottom arc starts from the right edge and curves up towards the left, meeting the top arc's end. The text is centered between these two arcs.

IL FUTURO DELLE COMPETENZE
LA RICERCA

1. INTRODUZIONE

Lo sviluppo di una visione d'insieme e a lungo termine delle professioni e delle competenze che richiedono è cruciale per i policy maker, continuamente sbalottati dai cambiamenti rapidi, complessi e incerti che interessano l'economia e la società nel suo insieme. Un'ampia varietà di campi – dall'elaborazione dei piani di studio e dall'orientamento professionale, passando per l'apprendistato e la formazione sul luogo di lavoro, fino agli standard professionali, i flussi migratori e la previdenza sociale – si regge sulla disponibilità di accurate informazioni sul mercato del lavoro.

Tuttavia, emerge anche la consapevolezza della divergenza tra il ritmo del cambiamento e l'inerzia delle istituzioni. Andreas Schleicher, direttore del Dipartimento per l'Istruzione e le Competenze dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE, acronimo inglese OECD), ha messo in evidenza che storicamente **l'istruzione ha sempre bisogno di tempo per mettersi in pari con il progresso tecnologico** (Schleicher, 2015).

Oggi, gli educatori parlano di un "gap di 40 anni" tra gli esperti, che si chiedono dove saranno tra 15 anni il mondo del lavoro e lo stato dell'istruzione, e gli insegnanti "in trincea" o i genitori, la cui idea di "buona scuola" è condizionata dalle proprie ormai remote esperienze.

Il cambiamento strutturale agisce sui mercati del lavoro, come accade per tutti i mercati, sconvolgendo l'equilibrio tra l'offerta e la domanda delle competenze. Mentre un disallineamento è normale nel corso del ciclo economico, i costi di divergenze persistenti, lasciate irrisolte, possono essere considerevoli: essi limitano la capacità delle imprese di innovare e adottare nuove tecnologie e, nello stesso tempo, impediscono la riallocazione del lavoro da attività meno produttive ad attività più produttive (Adalet McGowan

e Andrews, 2015). Generano, inoltre, aumenti del costo del lavoro, perdite di produzione dovute all'impossibilità di coprire i posti di lavoro rimasti vacanti nonché tutti i costi diretti e indiretti di una più alta disoccupazione (Sahin et al., 2014; OECD 2016b). Gli individui pagano anch'essi un prezzo pesante. Beneficiano della crescita economica soprattutto attraverso il proprio lavoro. Ma il lavoro non è solo il fattore principale che determina il reddito e il livello di vita degli individui. Le professioni svolte sono decisive nel definire **l'immagine che gli individui hanno di sé stessi**, la loro **interazione con gli altri** e la **percezione del proprio ruolo nella società**, compreso il loro senso di controllo sul futuro (Banerjee e Duflo, 2008; World Bank, 2013).

Non c'è ancora una visione chiara riguardo la dimensione della scarsità di competenze nel mercato del lavoro delle economie avanzate. Molti dei dati empirici provengono dai datori di lavoro, solitamente attraverso le ricerche. Manpower Group, società di gestione delle risorse umane che pubblica quella che presumibilmente è la più autorevole indagine sulla scarsità di competenze, rileva che **globalmente il 40% dei datori di lavoro incontra difficoltà nel coprire i posti vacanti**. Questo dato è rimasto sostanzialmente stabile nello scorso decennio, benché esistano considerevoli differenze tra i diversi paesi.

L'affidabilità e la validità delle rilevazioni delle aziende, tuttavia, lascia adito a dubbi (Cappelli, 2015). Gli indizi empirici di scarsità delle competenze non sono dove ci aspetteremmo di trovarli, cioè dove la flessione dei salari non è legata alla crescita della produttività. Al contrario, la quota del lavoro nel reddito nazionale presenta una tendenza negativa nella maggior parte delle economie a partire dagli anni Novanta (International Monetary Fund, 2017). Anche gli studi accademici che hanno affrontato

questa tematica non sono riusciti a scoprire significativi segni di scarsità (Weaver e Osterman, 2017). Dove questi segni esistono, poi, sono spesso attribuiti alla mancanza di volontà dei datori di lavoro di offrire ai lavoratori remunerazioni attraenti, suggerendo che gli interventi che trattano il problema come se fosse di carattere esclusivamente educativo probabilmente non centrano il bersaglio (Van Rens, 2015).

Affermare che la scarsità di competenze è sopravvalutata non equivale certo a sostenerne l'infondatezza. Si tratta notoriamente di qualcosa di difficile misurazione, nascosto alla vista, poiché le aziende aggirano i problemi aumentando i carichi di lavoro degli occupati esistenti, esternalizzando il lavoro ad altre organizzazioni o anche adattando la propria strategia di mercato e di prodotto in modo tale da essere meno dipendenti da una forza lavoro altamente specializzata.

Definendo il problema solo in termini di divari e scarsità nelle competenze della forza lavoro si corre il rischio di cercare nel posto sbagliato. Un problema altrettanto importante è **se i lavoratori possiedono competenze di livello più alto rispetto a quelle richieste** per occupare un dato posto di lavoro (Sutherland, 2012; Mosca e Wright, 2013; Clark et al., 2014; Montt, 2015). In effetti, per alcuni commentatori, sono gli eccessi di competenze e i loro costi-opportunità, invece delle scarsità, a porre la sfida più grande per i policy maker (Gambin et al., 2016).

Concentrarsi sui gap e le scarsità porta a trascurare il contesto dinamico in cui sempre più spesso gli individui prendono le loro decisioni: il rischio di non allineamento sorge non solo quando gli individui lasciano la scuola ed entrano nella popolazione attiva, ma anche ogni volta che cambiano lavoro. Per esempio, una parte consistente (tra

il 20 e il 70%) dei disoccupati che trovano impiego entro un anno dal licenziamento cambia mestiere o settore di attività (OECD, 2012). Nonostante questa flessibilità dell'offerta di lavoro porti benefici economici alle imprese, circa un quarto dei lavoratori licenziati sperimenta un marcato cambiamento delle competenze necessarie a svolgere il lavoro, spesso associato a considerevoli costi di adattamento e a perdita di salario (Poletaev e Robinson, 2008; Kambourov e Manovski, 2009; Gathmann e Schonberg, 2010; Robinson, 2011). Le sfide sono anche più impegnative a monte, dove il tempo di risposta tra l'investimento in formazione e le competenze che saranno necessarie sul lavoro è lungo – per cui in effetti si chiede agli educatori di insegnare agli studenti competenze per risolvere problemi che nessuno può prevedere e possono non materializzarsi per anni.

Questo documento, motivato dalle osservazioni che precedono, formula il seguente quesito di ricerca: dati i probabili fattori di cambiamento nei mercati del lavoro futuri, **quali occupazioni registreranno una crescita o un calo della domanda nel 2030 e quale sarà il loro profilo di competenze?**

Il testo è strutturato come segue. Nel **Capitolo 2** passiamo in rassegna la letteratura rilevante per il nostro studio.

Il **Capitolo 3** delinea il nostro approccio alla ricerca e illustra i principali trend strutturali che avranno un impatto sui mercati del lavoro del futuro. Il **Capitolo 4** descrive le fonti da cui sono stati tratti i dati utilizzati. Nel **Capitolo 5** presentiamo i risultati ottenuti e proponiamo un'interpretazione. Il **Capitolo 6** mette in luce alcuni limiti della nostra analisi. Infine, nel **Capitolo 7**, giungiamo ad alcune conclusioni e indichiamo le direzioni per future ricerche.

2. RASSEGNA DELLA LETTERATURA SULLE PROSPETTIVE OCCUPAZIONALI

2.1. PREVEDERE PROFESSIONI E COMPETENZE

Questo report si inserisce nel solco di un trend che ha visto crescere l'uso di esercizi di valutazione e di previsione delle competenze (European Centre for the Development of Vocational Training-CEDEFOP, 2008; OECD, 2016a). Questi sforzi hanno una lunga storia, che risale agli anni Sessanta del secolo scorso.¹ I miglioramenti nella copertura, nella qualità e tempestività dei dati e degli strumenti analitici hanno ampliato il campo d'azione, anche se restano "colli di bottiglia" che rendono difficoltosa l'integrazione tra dati pubblici e privati (Mitchell e Brynjolfsson, 2017). Oggi questo tipo di approcci considera periodi futuri di 10, 30 e persino 100 anni, incorporando elementi di analisi strutturale delle previsioni come il metodo Delphi e l'elaborazione di scenario (OCSE, 2012).²

Il presupposto comune che sta alla base di questi sforzi è che predire la domanda di figure professionali e di competenze su lunghi orizzonti temporali sia un'impresa fattibile. Questa fiducia può sembrare sorprendente in un periodo in cui le previsioni economiche e aziendali, prima e dopo la crisi finanziaria del 2008, sono state pesantemente criticate in seguito a una serie di errori che hanno contribuito a suscitare una forte corrente di sfiducia nei confronti degli esperti.³

¹ Emblematica di questo interesse è stata la pubblicazione del manuale *Occupational Outlook Handbook* a cura dello statunitense Bureau of Labor Statistics e del Mediterranean Regional Project dell'OECD, che ha reso popolare l'uso della pianificazione della forza lavoro nei paesi sviluppati e in via di sviluppo.

² L'Irlanda, per esempio, effettua studi di previsione in vari settori, mentre in Germania le indagini condotte dal BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) in cooperazione con lo IAB (Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung) producono scenari qualitativi sulla qualificazione professionale della forza lavoro da confrontare con proiezioni quantitative di riferimento.

³ Anche formulare previsioni sul progresso tecnologico è notoriamente difficile (Armstrong et al., 2014).

Alcune attività umane si prestano alla previsione più di altre. Nell'impiego e nella formazione della forza lavoro, tende a prevalere un alto grado di persistenza e perciò di prevedibilità. In ciò si riflette il fatto che il mercato del lavoro è un'istituzione sociale immersa in una fitta rete di regole, consuetudini e convenzioni e che i costi dell'adeguamento dei livelli occupazionali sono significativi, anche a fronte di profondi cambiamenti come l'introduzione di nuove e rivoluzionarie tecnologie (Pierson, 2004; Granovetter, 2017).

Nonostante la percezione del rapido cambiamento tecnologico associato con le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), la transizione da un'industria di tipo manifatturiero ai servizi e alle professioni ad alta intensità di conoscenza è stata molto graduale, prolungandosi per decenni (Baraby e Siegel, 2017). In particolare, è durata più a lungo della transizione dall'occupazione agricola a quella manifatturiera che ha accompagnato l'elettrificazione e l'industrializzazione (Handel, 2012, 2016; Atkinson e Wu, 2017). Questa osservazione è compatibile con dati empirici indicativi di un effettivo rallentamento, negli ultimi decenni, della creazione di posti di lavoro nei settori che adottano le nuove tecnologie, (Lin, 2011; Frey e Berger, 2016).

Si è anche riscontrato che gli errori di previsione a un livello molto dettagliato delle professioni si compensano l'un l'altro e sono, inoltre, inversamente correlati alla dimensione dell'occupazione. Il rischio di incorrere in errori non è dunque un ostacolo alle predizioni quando l'obiettivo è formulare asserzioni più generali sulla domanda di professioni e di competenze.

Una fonte di errori più problematici è costituita dai cosiddetti "segnali deboli" o "cigni neri": cambiamenti che è difficile osservare e che si confondono con il rumore di fondo, ma le cui conseguenze sono potenzialmente trasformative.

Anche quando la loro significatività è riconosciuta, in molti casi essi sono ignorati perché difficilmente analizzabili.

I policy maker non hanno altra alternativa che disporsi ad affrontare ogni possibile discontinuità e programmare di conseguenza. Quando la pianificazione ignora le discontinuità, il valore della sua azione è ridotto. Di conseguenza, molte organizzazioni hanno trovato un'utile lente attraverso la quale interrogare questi problemi nei processi di previsione qualitativa legati al dialogo strategico. Non si tratta però di una soluzione per tutti i limiti delle predizioni: i giudizi soggettivi spesso sono privi di validità esterna e di trasparenza, e ciò significa che i decision maker non sempre sanno con certezza se e come tenerne conto nell'azione. Conseguentemente, adottiamo un approccio integrato che combina e sviluppa sia l'approccio quantitativo sia quello qualitativo.

2.2. CAMBIANO LE RICHIESTE DI COMPETENZE

Il nostro report si riallaccia alla letteratura sul cambiamento della domanda di competenze. Il senso comune vede tale cambiamento come un prodotto della complementarità tra tecnologia e lavoro altamente specializzato. In altre parole, il progresso tecnologico aumenta la domanda di competenze e, a sua volta, l'investimento in competenze soddisfa quella domanda. Questo schema si è dimostrato fruttuoso per gli economisti e può riuscire a spiegare molti cambiamenti che emergono nel tempo nella distribuzione delle retribuzioni e dell'occupazione nelle economie avanzate (Goldin e Katz, 2009).

Molti studi sottolineano anche il ruolo delle competenze "non cognitive" che comprendono le competenze sociali e di leadership. Non senza sorpresa, a partire dagli anni Ottanta del secolo scorso è stata rilevata una tendenza al declino di professioni con alti requisiti di competenze analitiche ma bassi requisiti di competenze sociali. Una possibile spiegazione è che le competenze sociali, che forniscono gli strumenti per un coordinamento ricco e versatile, alla base

di ogni luogo di lavoro produttivo, sono così sottili che non sono ancora padroneggiate dai computer.

Le misurazioni dell'intelletto sociale devono anche essere convalidate dagli psicologi e dai neuroscienziati (Poropat, 2009; Woolley et al., 2010). Riflessioni più recenti in realtà rifiutano la contrapposizione tra competenze cognitive e non cognitive. Mentre la ragione è ampiamente considerata come un percorso verso una maggiore conoscenza e una miglior capacità decisionale, alcuni sostengono che essa è molto più diversificata e opportunistica: che si è sviluppata principalmente per aiutare gli umani a giustificare sé stessi e a influenzare gli altri, com'è indispensabile per la comunicazione e la cooperazione. Modelli di pensiero che sembrano irrazionali da un punto di vista puramente cognitivo si rivelano vantaggiosi quando sono visti come risposte adattive ai dilemmi dell'interazione sociale (Mercier e Sperber, 2017).

Superato il problema della trattabilità analitica, i policy maker hanno adottato un'interpretazione ancora più ampia delle competenze. Nei due decenni passati, uno sforzo considerevole di riflessione e proposta – a livello sia nazionale sia internazionale – si è concentrato sull'incorporazione delle cosiddette "competenze del XXI secolo" nei sistemi educativi. Gli esperti utilizzano una varietà di concetti, tassonomie, definizioni e linguaggi tecnici che si sovrappongono gli uni agli altri, ma in sostanza le competenze sono interpretate come inclusive di un assortimento completo di capacità cognitive, intrapersonali e interpersonali (National Research Council, 2012; Reimers e Chung, 2016).

Questa impostazione, che interpreta le competenze in termini molto ampi, è stata fatta propria da un piccolo gruppo di studi accademici. Estendiamo questo corpus di ricerche, in parte attingendo anche alle caratteristiche conoscitive di O*NET che forniscono informazioni sulla conoscenza di specifici argomenti e discipline accademiche richiesta dalle professioni.

2.3. MERCATO DEL LAVORO E CAMBIAMENTO STRUTTURALE

Il report tiene anche conto delle ricerche sugli effetti occupazionali dell'automazione e, più in generale, del cambiamento strutturale. L'avvento dei robot, dell'intelligenza artificiale, dei big data e dell'Internet delle cose ha suscitato timori di sostituzione diffusa del lavoro umano con le macchine. L'evidenza che collega l'automazione di molti lavori a bassa e media specializzazione a disuguaglianze salariali, polarizzazione del mercato del lavoro e declino a oltranza dei livelli occupazionali nell'industria manifatturiera è interpretata come conferma della tesi secondo la quale i lavoratori stanno perdendo terreno nella corsa contro le macchine (Autor et al., 2006, 2008; Black e Spitz-Oener, 2010; Dustman et al., 2009; Goos e Manning, 2007; Michaels et al., 2009; Spitz-Oener, 2006).

L'ansia tecnologica non è un fenomeno nuovo (Keynes, 1930 [1968]; Bix, 2000; Mokyr et al., 2015). Timori analoghi a quelli odierni sono stati espressi in passato: durante la rivoluzione industriale, nell'ultima parte degli anni Trenta del Novecento e di nuovo immediatamente dopo la Seconda guerra mondiale. Ogni volta l'assestamento è stato molto doloroso per alcuni gruppi di lavoratori e alcuni settori di attività; ma nel lungo periodo, questi timori non si sono concretizzati.⁴

4 Uno studio interessante sulle dislocazioni di tecnologie risparmiatrici di lavoro nel breve periodo è quello di Caprettini e Voth (2017). In esso si esamina la diffusione delle mietitrebbiatrici nelle campagne inglesi negli anni Trenta dell'Ottocento e il suo impatto sui disordini sociali, i tumulti del "Capitano Swing". Per misurare questa diffusione lo studio usa gli annunci pubblicati sui giornali locali del tempo, che forniscono particolari sulla localizzazione e sull'intensità dell'uso delle nuove macchine. L'adozione della nuova tecnologia però non è stata esogena, rendendo difficile l'identificazione di una relazione causa-effetto. Per esempio, i grandi proprietari, spaventati dagli scoppi di violenza, potrebbero avere introdotto meno macchine, cosa che comporterebbe una distorsione delle stime verso il basso. Per stabilire la causalità, gli autori usano la presenza di suolo adatto alla coltura del frumento come "strumento" per mappare le aree di adozione delle macchine. Ciò perché il frumento era l'unico cereale che avesse economicamente senso trebbiare con la nuova tecnologia, ancora rudimentale. Lo strumento è valido in quanto non influenza la propensione dei lavoratori agricoli a ribellarsi se non con il suo effetto sull'adozione della tecnologia. Tra l'altro, le aree coltivate a frumento non erano più povere delle altre aree. Gli autori trovano che le aree più adatte al frumento presentano sia una maggiore adozione delle trebbiatrici sia un'incidenza significativamente più alta di episodi di violenza.

La storia non può stabilire se questa volta sarà diverso: ciò che colpisce dell'approccio dei primi osservatori è come sia definita in modo approssimativo la portata di ciò che la tecnologia potrebbe compiere. Le prime generazioni di macchine erano limitate ad attività di routine manuali e cognitive, basate su procedure ben definite e ripetitive. La tecnologia più recente, per contro, simula il corpo e la mente degli esseri umani in modi sempre più sofisticati, penetrando in molte attività non di routine, dall'elaborazione di testi giuridici alla guida dei camion, dalle diagnosi mediche ai servizi di sorveglianza.⁵

Nel corso del tempo, i confini tra ciò che si intende per lavoro di routine e non di routine si sono rivelati incerti e in costante movimento. In questo studio, le occupazioni prese a campione sono state etichettate manualmente da esperti di apprendimento automatico come strettamente automatizzabili o non automatizzabili. Dopo aver identificato tre categorie di caratteristiche lavorative non suscettibili di automazione nel prossimo futuro – percezione e manipolazione, intelligenza creativa e intelligenza sociale – gli autori hanno usato un algoritmo classificatore per generare una "probabilità di informatizzazione" di tutti i lavori, arrivando a stimare che nei prossimi due decenni il 47% dei posti di lavoro statunitensi è ad alto rischio di automazione.

Questi risultati non hanno mancato di suscitare contestazioni. MacCroy et al. (2014) fanno osservare che uno studio basato sull'utilizzo di poche variabili non è in grado di cogliere appieno l'impatto economico dell'innovazione tecnologica sulle competenze, che è differenziato, specialmente se si considera l'intera gamma delle occupazioni nel mercato del lavoro. Arntz et al. (2016) osservano che all'interno della stessa professione molti lavoratori si specializzano in compiti che non possono essere automatizzati. Usando le probabilità di automazione ricavate dallo studio di Frey e Osborne e attingendo all'Indagine

5 Per simulazione intendiamo riferirci alla capacità di una macchina di uguagliare o superare i risultati di un essere umano, non di raggiungere quei risultati nello stesso modo.

sulle Competenze degli Adulti (realizzata nell'ambito del Programme for the International Assessment for Adult Competencies-PIAAC, che prende in esame la struttura dei compiti individuali in oltre 20 paesi OCSE), Arntz e i suoi coautori hanno sostenuto che, una volta considerata la variazione dei compiti, la percentuale di lavoratori che rischia la completa sostituzione è molto più bassa. Gli stessi autori hanno anche rilevato sensibili differenze tra paesi, attribuite a variazioni nell'organizzazione del lavoro, nell'adozione di nuove tecnologie e nei livelli di istruzione.⁶

Il McKinsey Global Institute (2017) suddivide le professioni sulla base delle circa 2.000 attività che le costituiscono, classificandole secondo 18 capacità umane e secondo la misura in cui esse possono essere sostituite da macchine. Lo studio stima che globalmente il 49% delle attività lavorative è potenzialmente coinvolto nel processo di automazione, ma solo pochissime professioni – meno del 5% – sono candidate a un'automazione completa (vedi anche Brandes e Wattenhofer, 2016).

⁶ Ciò pone un enigma: se Arntz et al. (2016) partono da una valutazione del livello di automatizzabilità delle professioni simile a quella di Frey e Osborne (2017), perché arrivano a risultati tanto differenti? Benché l'approccio basato sui compiti possa spiegare una parte della differenza, esso è presumibilmente ingigantito da aspetti del loro disegno di ricerca. Ciò è riscontrabile su tre livelli. Innanzitutto, i dati PIAAC sono disponibili solo al livello a due cifre dell'International Standard Classification of Occupations (ISCO), in contrasto con i dati su professioni dettagliate usati da Frey e Osborne. È probabile che studiare le professioni in aggregato spinga l'occupazione verso la categoria del rischio medio nella misura in cui cancella le variazioni di automatizzabilità tra le professioni a un livello più granulare. In secondo luogo, le differenze possono sorgere dal metodo di classificazione usato da Arntz et al. (2016). La loro regressione logistica modificata implica una relazione lineare tra caratteristiche e automatizzabilità di un lavoro. Questo è un modello più semplice e meno flessibile di quello di Frey e Osborne, e di nuovo è probabile che tenda di default verso probabilità predittive centrali. In terzo luogo, gli autori includono numerose variabili quali genere, istruzione, reddito, settore e dimensione dell'impresa come predittori dell'automatizzabilità, anche se non sono ovviamente supportati o interpretati in termini di teoria economica. Inoltre, PwC (2017) trova che alcuni di questi risultati sono un artefatto che si spiega con le particolari variabili del database PIAAC che sono state usate. Le sue stime, che utilizzano un insieme differente di caratteristiche occupazionali, benché più basse, sono più vicine a quelle di Frey e Osborne che alle stime di Arntz et al.

Un limite di questi studi è che stimano soltanto quali occupazioni sono potenzialmente automatizzabili, e non quante saranno realmente automatizzate. Come accennato sopra, il passaggio dalla fattibilità tecnica alla piena adozione può richiedere decenni, attraverso molti passi successivi (compresi molti passi falsi). Altrettanto rilevante è che numerosi studi non valutano il potenziale di creazione di posti di lavoro nelle professioni e nei compiti che saranno integrati dall'automazione, né gli aggiustamenti che sono indotti in altri comparti dell'economia per il tramite di variazioni dei salari relativi e altre forze di mercato (Shah et al., 2011; Davenport e Kirby, 2016; Kasparov, 2017).

L'approfondimento di queste dinamiche sortisce l'effetto di rendere sostanzialmente meno nette – o addirittura di invertire – le conclusioni più pessimistiche. Gregory et al. (2016), che hanno sviluppato un metodo di analisi basato sui compiti, stimano che l'automazione abbia aumentato la domanda di lavoro netta in tutta l'Europa, favorendo la creazione di 11,6 milioni di posti di lavoro nel periodo 1990–2010. Gli autori identificano un certo numero di canali che potenzialmente compensano gli effetti di distruzione di posti di lavoro da parte dell'automazione: in primo luogo, l'automazione può portare a costi unitari inferiori, e quindi a prezzi più bassi, e ciò incentiva una più alta domanda di prodotti; in secondo luogo, il surplus di reddito derivante dall'innovazione può essere convertito in spesa addizionale, generando così una domanda aggiuntiva di lavoro in settori più resistenti all'automazione (vedi anche Goos et al., 2015).⁷

Acemoglu e Restrepo (2017a), che hanno esaminato l'impatto dell'aumento dell'uso dei robot industriali sul mercato del lavoro locale statunitense tra il 1990 e il 2007, riportano risultati non univoci. Hanno riscontrato che ogni robot addizionale riduce l'occupazione di circa sette

⁷ Nel XIX secolo, il 98% del lavoro di tessitura era automatizzato ma l'occupazione nel settore tessile ha continuato a crescere grazie all'aumento della domanda di prodotti tessili e di abbigliamento più a buon mercato.

lavoratori, con lievi segnali di incrementi compensativi dell'occupazione in altri settori.⁸

Con la rivoluzione dei robot ancora nella sua fase iniziale, le conseguenze a breve termine possono essere diverse da quelle a lungo termine, una volta che i prezzi relativi e gli investimenti abbiano avuto il tempo di assestarsi pienamente. L'evidenza di rendimenti marginali decrescenti derivanti dall'uso dei robot documentata da Graetz e Michaels (2015) è coerente con questa considerazione.

L'esigenza di riconoscere in che modo i trend interagiscano con l'automazione ci porta in altre sfere della realtà sociale. Accanto al processo di automazione si muove un insieme di trend più ampi a livello demografico, economico e geopolitico che non solo hanno profonde implicazioni per

i mercati del lavoro, ma pongono a loro volta, direttamente, serie sfide ai responsabili delle politiche pubbliche. In alcuni casi i trend si rinforzano vicendevolmente; in altri casi, producono effetti di secondo grado che possono non essere compresi se studiati in modo isolato. Si considerino, per esempio, le implicazioni dell'invecchiamento della popolazione. Il dibattito sull'automazione, mentre si concentrava in gran parte sul potenziale scatenamento di una disoccupazione di massa, ha finito per trascurare il fatto che i robot possono essere utili per mantenere la crescita economica a fronte di una diminuzione della popolazione attiva. Il rischio, in altre parole, non è che ci siano troppo pochi posti di lavoro ma che siano troppo poche le persone in grado di occuparli – con conseguente incremento dei salari, il che può spiegare perché i paesi su cui incombe un più rapido invecchiamento della popolazione tendono ad adottare più robot (Acemoglu e Restrepo, 2017b; Abeliansky e Prettner, 2017).

⁸ Le eccezioni comprendono il settore pubblico e industrie manifatturiere non automatizzate come riciclo di metalli di base.

PANORAMICA DEI TREND

INNOVAZIONE TECNOLOGICA



Oggi, grazie alla maggiore connettività e ai progressi della potenza di calcolo e dell'intelligenza artificiale, la tecnologia consente di incorporare più facilmente e in modo meno costoso l'"intelligenza" nei sistemi fisici, siano questi intere città o un singolo corpo umano. Attraverso le piattaforme *peer-to-peer*, le attività sono convertibili in produzioni decentrate, liberando risorse produttive inutilizzate o sottoutilizzate e, nello stesso tempo, offuscando le tradizionali definizioni di proprietà e di lavoro dipendente. L'*additive manufacturing* e la stampa in 3D potrebbero alterare l'economia di molte industrie, tagliando i costi della produzione *on demand*.

Le scienze della materia e della vita sono giunte a importanti punti di svolta, basti pensare al grafene o alla possibilità di modificare il DNA, con applicazioni potenzialmente radicali. Tuttavia, molte di queste conquiste devono fare i conti con lunghi percorsi da compiere prima della commercializzazione e con significativi ostacoli alla loro adozione, dovuti principalmente a preoccupazioni di natura etica o riguardanti la sicurezza.

Permane una tensione irrisolta tra l'apparente ubiquità della tecnologia digitale e il rallentamento della crescita della produttività misurata. Anche i dati empirici relativi a una vasta gamma di settori produttivi, prodotti e imprese indicano che gli sforzi profusi nella ricerca stanno crescendo molto rapidamente, mentre la produttività della ricerca è nettamente in calo: in altre parole, risorse sempre più ingenti vengono destinate a R&S allo scopo di mantenere una crescita costante.

La storia mostra che l'ottimismo tecnologico può scivolare nel determinismo, benché esista un'immagine speculare di questa logica: le persone tendono a sottovalutare gli enormi effetti della tecnologia nel lungo termine. L'andamento generale del progresso tecnologico è stato caratterizzato da lunghi periodi di stasi seguiti da periodi di intensa creatività. Per esempio, i nuovi materiali e processi, potenziando gli strumenti digitali che consentono miglioramenti nella misurazione in tempo reale, nella sperimentazione e nella riproduzione, sono intrinsecamente complementari, di modo che avanzamenti in un campo possono avere effetto sulle nuove tecnologie, in un ciclo virtuoso.

GLOBALIZZAZIONE



Negli ultimi tre decenni, i mercati del lavoro in tutto il mondo sono diventati sempre più integrati. L'emergere di paesi come la Cina e l'India, per secoli rimasti bloccati nel sottosviluppo economico, ha investito con un immenso shock di offerta i modelli di scambio tradizionali.

La globalizzazione, tuttavia, ha avuto non solo benefici ma anche costi. Nei settori più esposti alla concorrenza delle importazioni, in generale si è registrato un calo dell'occupazione e dei salari, aggravato dalle frizioni nel mercato del lavoro e da vincoli sociali e impegni finanziari (per esempio, l'abitazione di proprietà), che limitano la capacità dei lavoratori di spostarsi per approfittare delle opportunità di impiego esistenti altrove.

Le esportazioni, per quanto riguarda USA e Regno Unito, sono aumentate meno rispetto alle importazioni, tuttavia i grandi disavanzi commerciali più che ridurre i posti di lavoro li hanno ridistribuiti verso i beni e servizi non trattati nel commercio internazionale (*non-tradables*).

Il settore manifatturiero ha fatto da parafulmine per questi cambiamenti, ma le esperienze non sono state uniformi, comprendendo anche sacche di attività prospere, sia perché i vantaggi nel mantenere la produzione all'interno di un paese restano decisivi sia perché la concorrenza testa a testa con le economie emergenti è rimasta limitata. Queste condizioni, combinate con l'erosione dei vantaggi di costo tra i concorrenti e le nuove tecnologie, potrebbero favorire modeste forme di rimpatrio delle attività manifatturiere esternalizzate.

Così, mentre il centro di gravità economico si sposta verso il mondo emergente, sostenuto in questo da una fiorente classe media, possono aprirsi opportunità in aree come i servizi ad alta intensità di conoscenza e la manifattura avanzata, in cui gli esportatori britannici e statunitensi godono di un vantaggio comparato.

Tuttavia, numerosi sviluppi possono vanificare questo trend. I servizi rappresentano ancora una quota limitata dell'interscambio globale a causa della prevalenza delle barriere non tariffarie. I mercati emergenti, per sostenere i loro tassi di crescita storici, devono superare prove difficili, che vanno dalla prospettiva di una deindustrializzazione prematura al compito di costruire istituzioni di alta qualità.

Una crescita fiacca degli scambi internazionali dopo la crisi finanziaria e un rafforzamento delle posizioni protezioniste hanno messo in dubbio la regola empirica degli scorsi decenni, secondo la quale gli scambi crescono più rapidamente del PIL, suscitando il timore che la globalizzazione abbia raggiunto il suo "massimo" strutturale.

EVOLUZIONE DEMOGRAFICA



Basare le previsioni sulla crescita e la variazione della popolazione sulla composizione della popolazione stessa ha un chiaro vantaggio: a partire dai trend storici di lungo periodo, è possibile formulare valutazioni fondate sulla direzione verso cui si muovono e a che velocità.

L'economia globale ha superato una soglia demografica importante: gli indici di dipendenza – il rapporto tra la popolazione non in età di lavoro e la popolazione in età di lavoro – hanno cominciato a salire dopo quasi mezzo secolo di declino. A fronte di input di lavoro che rallentano nelle economie avanzate, è aumentata l'importanza della produttività come motore della crescita complessiva e delle politiche per innalzare la partecipazione alla popolazione attiva. Questo è vero in particolare per gli USA, dove sono numerosi gli individui – donne e soprattutto uomini di età tra 24 e 54 anni (*prime aged*) – che per un lungo periodo si sono ritirati dal mercato del lavoro.

Tende ad aumentare la pressione per controllare le prestazioni pubbliche a favore degli anziani, che potrebbero drenare risorse dall'istruzione, la R&S e le infrastrutture, dato che i nuclei familiari più anziani votano in proporzioni maggiori delle coorti più giovani.

Il modo in cui una popolazione che sta invecchiando userà il suo potere d'acquisto avrà un impatto significativo sulle fortune di settori di attività e professioni differenti. È probabile che a beneficiarne siano non solo la sanità, la finanza e l'edilizia residenziale, ma anche l'intrattenimento e l'istruzione che tradizionalmente hanno soddisfatto le esigenze dei giovani.

I "Millennials" – la coorte nata tra il 1980 e il 2000 – sono sul punto di accrescere la propria influenza in quanto stanno per ereditare beni e risorse economiche dai genitori. Sono il primo gruppo che è diventato adulto dopo l'avvento della tecnologia digitale, portando con sé aspettative amplificate di immediatezza, partecipazione e trasparenza. Nello stesso tempo, molti sono diventati economicamente attivi all'ombra della Grande Recessione che può avere moderato gli atteggiamenti verso il rischio e ridotto la fiducia nelle grandi istituzioni. Di conseguenza, questo gruppo presenta comportamenti di consumo e di lavoro abbastanza differenti rispetto alle generazioni precedenti.

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE



Uno sviluppo particolarmente significativo del passato decennio è stato il crescente consenso intorno al tema del riscaldamento globale causato dall'uomo. La dimensione della sfida è enorme: per mantenere l'aumento delle temperature medie globali sotto i 2°C – questo è in sostanza l'obiettivo della politica globale – le emissioni cumulative di CO₂ rispetto ai livelli della fine del XIX secolo non devono superare il trilione di tonnellate. L'economia globale ha già prodotto metà di questo ammontare.

Il cambiamento climatico ha fin da ora conseguenze di vasta portata per molti settori produttivi. Agricoltura, turismo, settore assicurativo, silvicoltura, acqua, infrastrutture ed energia ne saranno direttamente influenzate, ma i collegamenti con il sistema socio-economico e quello tecnologico fanno sì che il rischio possa accumularsi, propagarsi e culminare in impatti anche molto più vasti. Per esempio, il cambiamento climatico potrebbe minacciare la sicurezza di approvvigionamento di cibo e risorse in alcune regioni del mondo, il che a sua volta può rendere la povertà e il conflitto più probabili.

Centrare gli obiettivi di riduzione delle emissioni richiede investimenti in tecnologie *green*, tra le quali l'illuminazione a LED, le auto elettriche, lo sfruttamento dell'energia solare con i sistemi fotovoltaici, gli impianti eolici sulla terraferma e forme più sofisticate di efficienza energetica, che creeranno opportunità per la finanza verde (*green finance*). Nonostante la drastica riduzione dei costi delle soluzioni "pulite", sono molte le ragioni che continuano a rendere probabile la persistenza del dominio delle tecnologie "sporche", tra cui il *lock-in* (blocco creato dalle politiche pubbliche) e gli elevati costi di transizione (*switching costs*). Sulla strategia dinamica ottimale da seguire in questo scenario, le opinioni sono diverse. Anche l'evidenza di un più ampio potenziale di creazione di posti di lavoro grazie alla *green economy* non è univoca.

I cambiamenti strutturali associati alla *green economy* sono fondamentalmente dipendenti dalle politiche dei governi. Il numero degli interventi regolatori a favore dell'economia verde è aumentato in tutto il mondo. Benché abbiano una maggiore probabilità di imporsi a livello nazionale piuttosto che multilateralmente, le iniziative restano legate a tecnologie e settori specifici e sono vulnerabili all'instabilità della politica.



URBANIZZAZIONE

Oggi, oltre il 50% della popolazione mondiale vive in città, e si prevede che nel 2050 si arriverà al 70%. Questa concentrazione dell'umanità illustra la disparità dello sviluppo economico, ovvero la tendenza dei luoghi più vicini ai grandi mercati a crescere più in fretta rispetto ai luoghi più distanti. Le città sono calamite per le industrie ad alto valore aggiunto e ad alta intensità di conoscenza, in quanto la vicinanza fisica facilita la collaborazione, e sia le imprese sia i lavoratori beneficiano di un maggiore raggruppamento e di una più ampia possibilità di scelta reciproca. Gli urbanisti hanno introdotto queste caratteristiche nel tessuto urbano attraverso l'istituzione di distretti dell'innovazione che integrano nelle loro strutture lavoro, abitazioni e attività ricreative.

Le città offrono dunque una maggiore varietà di opportunità di consumo e di impiego, ma ad alcuni aspetti dell'ambiente urbano sono anche ricollegate condizioni patologiche come l'obesità, il diabete e la depressione. L'insufficiente disponibilità di alloggi a prezzi accessibili può escludere alcuni nuclei familiari dai benefici delle città, costringendoli a vivere in periferie degradate o in aree a basso reddito intorno a industrie in declino.

È stata esercitata una pressione via via crescente sulle autorità per rendere le città "più intelligenti", sfruttando le informazioni generate dall'infrastruttura per ottimizzare le prestazioni. Questa agenda si è anche concentrata sulla sostenibilità, sulla resilienza e sulla trasformazione delle città per renderle più a misura di anziano. Tuttavia, in molte economie avanzate, per decenni l'investimento nelle infrastrutture ha mostrato una tendenza al declino in proporzione della spesa pubblica totale, con seri problemi per la qualità delle infrastrutture esistenti. Un importante elemento di incertezza è rappresentato dalla direzione che prenderanno i dibattiti sul ruolo della politica fiscale e dell'interventismo dei governi in un contesto dove i rapporti debito pubblico/PIL sono elevati.

CRESCENTE DISUGUAGLIANZA



Il netto aumento della disuguaglianza dei redditi e della ricchezza è stato descritto come "la sfida decisiva del nostro tempo". Questa evoluzione è stata accompagnata dalla compressione della classe media, poiché la distribuzione del reddito si è spostata verso le estremità più alta e più bassa della scala. I paesi con più alti livelli di disuguaglianza di reddito tendono a registrare livelli più bassi di mobilità sociale intergenerazionale.

Le difficoltà economiche e l'erosione delle opportunità per le persone con bassi livelli di istruzione hanno creato, a loro volta, un groviglio di problemi sociali, che comprendono un aumento della mortalità e della morbilità in alcuni segmenti della popolazione statunitense. Hanno anche alimentato il risentimento verso le élite e l'attrattiva delle idee populiste.

La relazione macroeconomica tra la disuguaglianza e la crescita resta controversa, sebbene studi recenti abbiano teso a mettere in luce i costi della crescente disuguaglianza, specialmente negli orizzonti temporali più lunghi. La disuguaglianza di reddito e i fenomeni associati hanno anche conseguenze settoriali. Contribuiscono a determinare gravi problemi sanitari e sociali, incrementando la domanda di servizi di assistenza in questi campi. L'occupazione in attività dirette a proteggere i diritti

di proprietà e a gestire i conflitti è solitamente maggiore nei paesi con una distribuzione del reddito fortemente sperequata. Infine, si traducono in disparità nel consumo, in particolare di beni non durevoli e di servizi come l'istruzione.

Tra i numerosi fattori che hanno portato a una sempre maggiore disuguaglianza, si citano l'impatto della tecnologia e della globalizzazione, l'inadeguatezza dei sistemi scolastici, le pratiche anticoncorrenziali, le carenze della *governance* delle grandi imprese, il declino degli iscritti ai sindacati e la scarsa progressività del sistema fiscale. Alcuni di questi trend potrebbero invertirsi in futuro: per esempio, l'invecchiamento riduce l'offerta di lavoro, spingendo in alto i salari, oppure può diventare sempre più impellente la richiesta di una redistribuzione dei redditi, benché sia probabile che queste forze operino solo marginalmente. L'esperienza passata suggerisce che gli attuali livelli di disuguaglianza probabilmente persisteranno nel medio termine, in assenza di shock estremi di qualche tipo.

INCERTEZZA POLITICA



Il panorama geopolitico è caratterizzato da una maggiore distribuzione del potere che ha messo alla prova la capacità del sistema internazionale di rispondere efficacemente a una pluralità di sfide regionali e globali: dalla diffusione di armi nucleari, autoritarismo e terrorismo, passando per storiche rivalità nel Medio Oriente e in Asia orientale, fino alla crescente opposizione al libero scambio e ai flussi migratori. L'instabilità geopolitica resta a livelli elevati dopo il picco raggiunto l'11 settembre 2001. A questa situazione corrispondono un'elevata incertezza nelle linee d'azione dei governi e un indebolimento delle strutture istituzionali che consentono ai policy maker di agire in modo credibile e coerente.

È stato rilevato che l'incertezza crescente ha sensibili impatti negativi sull'attività economica, aggravando il costo d'uso del capitale, incrementando il valore di opzione di un rinvio degli investimenti in presenza di costi irrecuperabili (i cosiddetti *sunk costs*) e intralciando la riallocazione efficiente delle risorse da imprese a bassa produttività a imprese ad alta produttività. Gli impatti sono avvertiti con maggior forza in settori come la difesa, la finanza, le costruzioni, l'industria meccanica e la sanità, che richiedono consistenti impegni di investimento e/o sono esposti a incerti programmi di governo.

Il trend verso l'incertezza delle politiche pubbliche è una funzione dei cambiamenti strutturali nei sistemi politici: in particolare, la polarizzazione delle forze politiche, che ha impedito il compromesso e la negoziazione efficace, rafforzata dalla crescita della dimensione e della complessità della regolazione statale. Anche in sistemi concepiti per produrre moderazione, le istituzioni possono avere avuto l'effetto di marginalizzare importanti conflitti sulle politiche da perseguire, piuttosto che risolverli, aumentando l'apatia e l'insoddisfazione dei cittadini.

3. L'APPROCCIO

Le interdipendenze dinamiche dei trend hanno implicazioni per il nostro progetto di ricerca. In una prima fase dell'analisi, abbiamo passato in rassegna i fattori di cambiamento che presumibilmente modelleranno l'industria e le strutture professionali della forza lavoro nel 2030 (Schneider et al., 2017). I fattori di cambiamento sono stati selezionati sulla base della loro relativa stabilità e di chiare direzioni di sviluppo possibile. Laddove le evidenze disponibili offrivano visioni contrastanti di un trend e delle sue implicazioni, o identificavano possibili perturbazioni, piuttosto che raggiungere a ogni costo una decisione su come sarebbero andate a finire le cose, ci si è preoccupati di focalizzarsi su questa incertezza.

L'analisi è stata usata per contestualizzare e guidare le discussioni in due workshop, organizzati con la partecipazione di piccoli gruppi di riconosciuti esperti, specialisti in almeno uno dei sette trend precedentemente identificati. Questi laboratori previsionali si sono tenuti a Boston il 20 ottobre 2016 con 12 partecipanti e a Londra il 28 ottobre 2016 con 13 partecipanti. Per elaborare le stime annue dell'occupazione per professioni e settori di attività per i nostri workshop ci siamo serviti di microdati sull'occupazione relativi a Stati Uniti e Regno Unito.

Nel corso del workshop, il gruppo ha partecipato a tre sessioni di previsione. In ogni sessione i partecipanti hanno preso visione delle informazioni relative a dieci professioni, contenute in due schede informative per ogni professione. Le schede presentavano ai partecipanti diagrammi delle serie storiche della percentuale della professione sul totale degli occupati e la sua consistenza numerica, di modo che essi potessero formulare le proprie previsioni nel contesto storico appropriato. Dopo aver visionato le descrizioni della professione, al gruppo veniva richiesto di rispondere a due domande attraverso un modulo online:

1. Che cosa accadrà della quota di questa professione sul totale dell'occupazione?
(Quota più alta, Stessa quota, Quota più bassa)
2. Che cosa accadrà del numero di persone occupate in questa professione?
(Aumento, Nessuna variazione, Diminuzione)

Con una scala di soli tre punti, era importante considerare sia la quota sul totale dell'occupazione sia il livello assoluto, in modo da permettere una più piena espressione dei giudizi sulla domanda futura. Per esempio, sapere soltanto che una professione cresce più lentamente rispetto alla forza lavoro complessiva non ci dice se essa incrementerà o perderà posti di lavoro.⁹ Nell'occasione, sia il workshop americano sia quello britannico, seppure con qualche divergenza interna, hanno predetto un aumento dell'occupazione nell'orizzonte di previsione considerato, coerentemente con l'andamento storico.

Data l'intrinseca difficoltà di formulare previsioni di lungo periodo, ai partecipanti dei workshop è stato anche chiesto di fornire un punteggio da 0 a 9 del grado di sicurezza della loro risposta, dove 0 rappresenta nessuna certezza e 9 certezza assoluta. I partecipanti avevano infine a disposizione uno spazio per esprimere in forma libera le riflessioni ritenute necessarie per precisare le loro risposte.

Dopo che un gruppo aveva fornito le proprie risposte usando il modulo online, un facilitatore esperto di workshop rivedeva le risposte con il gruppo. In seguito, i partecipanti discutevano i propri punti di vista in una sessione della durata di mezz'ora, al termine della quale al gruppo era consentito di modificare la propria risposta. Dopo di che, il gruppo passava al successivo insieme di 10 professioni.

In base alla loro valutazione della domanda di professioni nel 2030 (Aumento, Nessuna variazione, Diminuzione), gli esperti hanno assegnato alle singole professioni un'etichetta che abbiamo utilizzato per addestrare un classificatore di apprendimento automatico (*machine-learning classifier*), facendo uso di un dettagliato data set

⁹ Si considerino, da un lato, gli ingegneri, dall'altro, i lavoratori metalmeccanici e della plastica – due gruppi di professioni che secondo le previsioni del BLS vedranno la propria quota diminuire tra il 2014 e 2024. In questo periodo si prevede che i lavoratori dei metalli e della plastica perderanno 99.000 posti di lavoro, mentre i posti di lavoro per gli ingegneri dovrebbero aumentare di 65.000 unità.

di 120 caratteristiche, costituite da competenze, abilità e conoscenze. Sulla base di queste il servizio O*NET del Department of Labor statunitense classifica tutte le professioni a quattro cifre nella Standard Occupational Classification degli Stati Uniti (US SOC) su una base coerente (usiamo un sistema di raccordo per applicare questo data set anche al SOC del Regno Unito).¹⁰

Per massimizzare la performance dell'algoritmo abbiamo usato un metodo di apprendimento automatico grazie al quale il secondo e il terzo insieme di 10 professioni da etichettare sono stati selezionati dall'algoritmo stesso (intuitivamente, queste professioni sono state scelte per coprire quella parte dello spazio competenze/abilità/conoscenze in cui l'algoritmo mostrava i più alti livelli di incertezza rispetto alle professioni etichettate precedentemente).¹¹ Grazie al modello abbiamo determinato quali caratteristiche in termini di competenze, abilità e conoscenze erano più strettamente associate (separatamente o insieme) a professioni in crescita o in declino.

Il nostro approccio metodologico misto – che fa uso di previsione strutturata e di tecniche di apprendimento automatico supervisionato – è stato concepito per

affrontare i limiti degli esercizi qualitativi e quantitativi tradizionali. In particolare, gli approcci qualitativi, basati unicamente sulla sollecitazione di un giudizio di esperti, sono probabilmente soggetti a distorsioni umane, mentre, d'altra parte, è probabile che gli approcci quantitativi puramente basati su estrapolazioni di trend trascurino discontinuità strutturali nei trend e nei comportamenti del passato. Combinando un algoritmo di apprendimento automatico con il giudizio strutturato degli esperti speriamo di ottenere il meglio di entrambi i mondi.

4. I DATI

Per derivare la domanda di competenze, abilità e conoscenze dalle nostre proiezioni occupazionali, ci basiamo sui dati di O*NET, un'indagine prodotta per il Department of Labor degli Stati Uniti (Occupational Information Network – O*NET, 2017). L'indagine O*NET contiene informazioni dettagliate su più di 1.000 professioni, ricavate con modifiche dal sistema statunitense SOC. È stata avviata nel 1998 ed è aggiornata con il criterio della base mobile sia da studi sulla popolazione lavorativa di ciascuna professione sia da valutazioni di esperti di analisi delle mansioni (*job analysis*).

Un importante punto di forza di O*NET è che pone molte differenti domande sulle competenze, abilità, conoscenze e attività lavorative che compongono una professione. Ai rispondenti/analisti si chiede di valutare l'importanza di una particolare caratteristica di un lavoro (per esempio: "senso critico", "persuasione", "abilità manuale" ecc.) e il livello o la quantità che occorre, di quella data caratteristica, per eseguirlo. Le domande sono graduate su una scala ordinale e standardizzate su una scala da 0 a 100. Usiamo tutte le 120 caratteristiche contemplate nelle categorie di competenze, capacità e conoscenze di O*NET, allo scopo di fornire il quadro più ricco e dettagliato possibile delle professioni.

10 Il sistema SOC (Standard Occupational Classification) è il sistema di classificazione delle professioni utilizzato sia negli Stati Uniti sia nel Regno Unito. Ogni elemento del SOC è designato da un codice di sei cifre per gli Stati Uniti e di quattro cifre per il Regno Unito. La classificazione consiste in una struttura gerarchica: in quella americana, le prime due cifre rappresentano il gruppo principale di cui fa parte la professione (*major group*, 23 in totale); la terza cifra il gruppo minore all'interno del gruppo principale (*minor group*); la quarta e la quinta cifra determinano l'occupazione generica all'interno del gruppo minore; la sesta cifra scende ulteriormente nel dettaglio classificando precisamente la professione. La classificazione inglese a quattro cifre è un adattamento di quella americana, rimodulata sul sistema inglese.

11 La selezione delle prime 10 professioni presentate agli esperti era casuale: più in particolare, le 10 professioni sono state scelte a caso, ma singole professioni sono state sostituite da altre, scelte casualmente, quando non erano disponibili le serie storiche risalenti all'indietro almeno fino al 1983 per gli Stati Uniti e al 2001 per il Regno Unito. Questo vincolo ha comportato che, per gli Stati Uniti, abbiamo estratto le professioni da 125 degli 840 codici a sei cifre dell'US SOC e per il Regno Unito da 163 su un totale di 369 codici a quattro cifre del SOC.

5. RISULTATI

Presentiamo i principali risultati e le analisi per le economie degli Stati Uniti e del Regno Unito, avvertendo che il confronto tra paesi è difficile e non è comunque al centro di questa ricerca. La prima analisi che presentiamo si riferisce alla quota dell'occupazione nel 2030 per professione e i risultati dei nostri modelli sono le probabilità che quella quota sia maggiore di oggi. (I risultati in termini di livelli assoluti di occupazione sono disponibili a richiesta presso gli autori.) In ciò che segue usiamo informalmente “maggior domanda”, “domanda futura” (e, talvolta, semplicemente “domanda”) come abbreviazione per “quota maggiore rispetto all'occupazione nel 2030”.

5.1. PROFESSIONI

I principali output del modello sono le probabilità che ogni professione sperimenti un aumento della sua quota sulla forza lavoro (cioè un aumento della domanda). I risultati relativi ai livelli delle varie professioni possono poi essere aggregati per ottenere i dati che trovate in queste pagine. Distinguiamo la percentuale sulla forza lavoro di professioni per le quali si prevede un aumento della quota sulla forza lavoro nel 2030 in: “bassa probabilità” (<30%), “media probabilità” (>50%) e “alta probabilità” (>70%). (Sono le stesse soglie di probabilità usate in Frey e Osborne, 2017). In altre parole, calcoliamo il totale degli occupati con probabilità di futuro incremento della domanda che si trovano sopra o sotto queste tre soglie.

5.1.1. USA

I calcoli sono condotti al livello più analitico possibile usando la classificazione delle professioni USA, US SOC, a sei cifre.¹² La percentuale della forza lavoro USA in relazione alle soglie sopra indicate è presentata dalla Tabella 1.

Tabella 1: La frazione della forza lavoro USA al di sopra e al di sotto di tre soglie differenti per probabilità di incremento della domanda

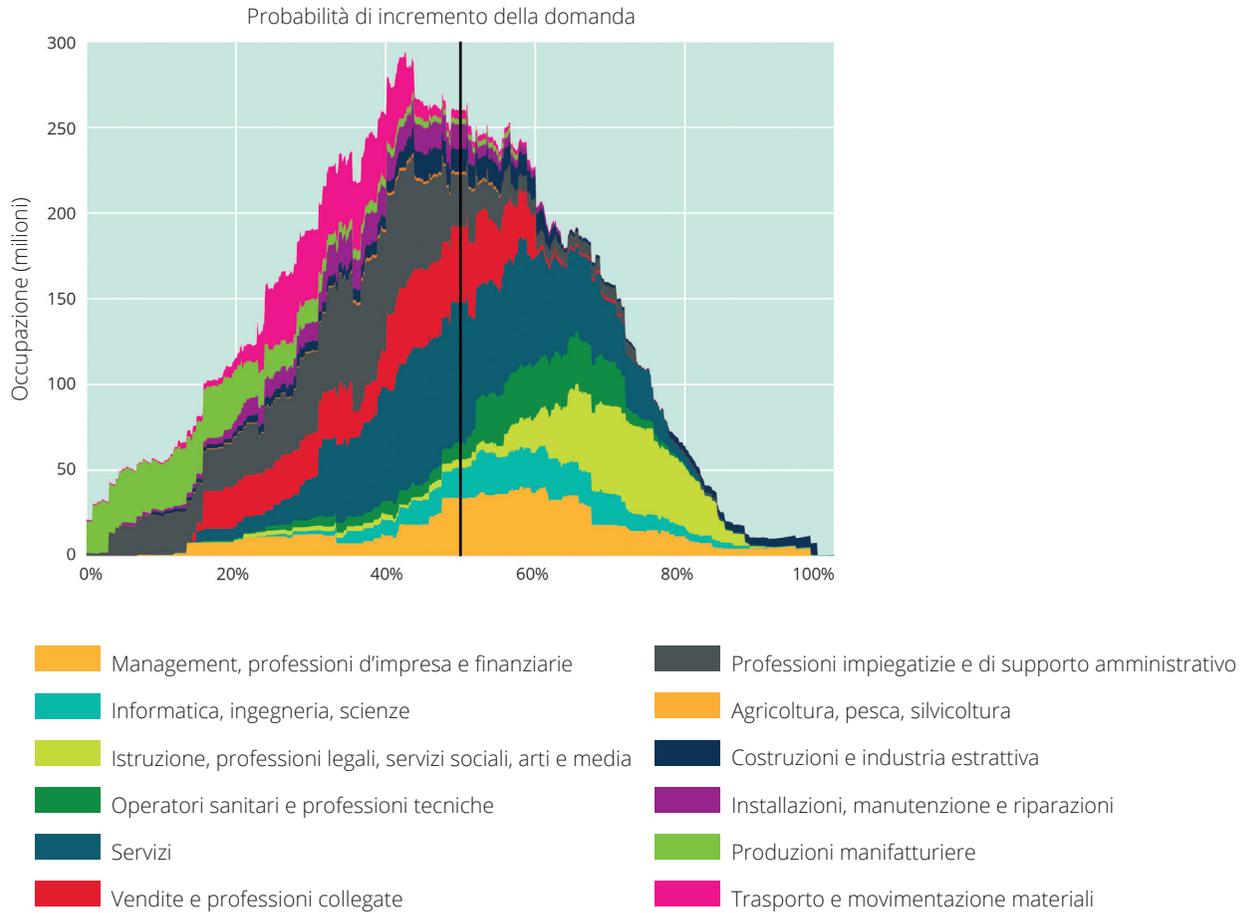
Numero delle professioni	Occupati	<30%	>50%	>70%
772	135 milioni	18,7%	43,2%	9,6%

Nota. Il numero degli occupati non coincide con l'occupazione totale degli USA poiché esclude alcune professioni a sei cifre per le quali mancano i dati O*NET (circa il 2% del totale degli occupati USA).

Nella Figura 1, rappresentiamo graficamente (seguendo Frey e Osborne, 2017) la distribuzione dell'attuale forza lavoro statunitense in base alla probabilità di incremento della domanda futura. Distinguiamo inoltre questa occupazione in base a un'aggregazione intermedia delle categorie più ampie (*major groups*) come specificato dalla guida all'uso di SOC 2010 del Bureau of Labor Statistics statunitense.

¹² Vedi nota 10, p. 29.

Figura 1: Distribuzione degli occupati negli USA in base alle probabilità di futuro incremento della domanda. Si noti che l'area totale sotto tutte le curve è uguale al totale dell'occupazione statunitense



La Figura 1 rivela una grande massa di occupati in professioni con prospettive di domanda altamente incerte (ossia, una probabilità di sperimentare un incremento nella quota della forza lavoro di circa 0,5). Si noti che ciò contrasta nettamente con la distribuzione a forma di U in base alla probabilità di automazione in Frey e Osborne (2017), dove gli occupati sono in prevalenza in professioni con probabilità o molto alte o molto basse di automazione. Il fatto che le nostre previsioni siano più incerte è un diretto risultato dei caratteri distintivi della nostra metodologia rispetto alla ricerca precedente. Innanzitutto, le etichette degli esperti che raccogliamo nei nostri esercizi di previsione sono esplicitamente avvolte nell'incertezza, mentre Frey e Osborne (2017) assumono che i partecipanti siano certi delle loro etichette. Questo atteggiamento umile è parzialmente spiegato dalla difficoltà del compito assegnato ai nostri esperti: valutare i macrotrend che potrebbero influenzare il futuro del

lavoro. Nel tener conto dei gradi di affidabilità autoassegnati dai nostri esperti si riconosce inoltre che molti dei macrotrend hanno direzioni opposte, generando incertezza su quale avrà il sopravvento per ognuna delle professioni. In secondo luogo, usiamo le 120 caratteristiche di O*NET invece delle 9 usate in Frey e Osborne (2017). Questa caratterizzazione più dettagliata delle professioni le rende meno simili tra loro e quindi limita l'affidabilità del nostro modello quando le previsioni per una professione sono basate su ciò che è stato etichettato per un'altra.

La Tabella 2 elenca le classi (*minor groups*) di professioni su cui il nostro modello è più ottimistico.

Tabella 2: Gruppi professionali (*minor groups*) con le maggiori probabilità di futuro incremento della domanda

Per queste professioni indichiamo la frazione della loro attuale occupazione che ha una probabilità di veder crescere la domanda al di sopra del 50% e al di sopra del 70%.

OCCUPATI	NUMERO DI ADDETTI	>70%	>50%
Insegnanti di scuola materna, elementare e secondaria	4.050.880	97,8%	100,0%
Professioni di cura e assistenza per gli animali	185.780	93,7%	100,0%
Avvocati, giudici e professioni collegate	672.580	90,7%	98,1%
Insegnanti post-secondaria	1.328.890	83,0%	100,0%
Ingegneri	1.610.470	70,0%	100,0%
Operatori della cura estetica	504.640	69,0%	100,0%
Scienziati sociali e operatori collegati	239.170	65,6%	92,0%
Consulenti, operatori sociali ed altri specialisti	1.715.190	54,0%	100,0%
Bibliotecari, curatori e archivisti	253.800	51,8%	62,9%
Professioni qualificate nei servizi ricreativi, culturali e sportivi	483.450	46,4%	96,1%
Altre professioni manageriali	2.185.950	42,9%	100,0%
Operatori dei media e delle comunicazioni	542.570	40,3%	89,4%
Manager operativi in settori specifici	1.663.790	29,8%	46,5%
Specialisti in discipline religiose	68.530	29,6%	100,0%
Altri insegnanti e istruttori	282.640	23,0%	100,0%
Altri operatori dei servizi di cura alla persona	2.619.120	21,9%	100,0%
Lavoratori del settore delle costruzioni	4.076.790	21,8%	64,7%
Specialisti in operazioni commerciali	4.424.800	19,6%	77,4%
Fisici	266.050	13,8%	100,0%
Altri addetti alle vendite	585.030	12,3%	14,4%
Architetti, geometri e cartografi	168.650	11,8%	67,3%
Altre professioni dell'educazione, formazione e bibliotecarie	1.386.830	10,1%	100,0%
Altre professioni nell'assistenza sanitaria	1.451.710	6,3%	54,3%
Assistenti e ausiliari dei terapeuti occupazionali e fisioterapisti	174.800	4,3%	100,0%
Professionisti della diagnosi e del trattamento sanitario	4.944.470	4,0%	100,0%

Dalla Tabella 2 ricaviamo diverse indicazioni, basate in parte sulle discussioni dei workshop.

- Le professioni legate all'istruzione e alla cura della persona sono nella parte alta della classifica; tuttavia le professioni legate alla sanità sono più basse di quanto suggerito da trend come quello dell'invecchiamento, riflettendo potenzialmente l'incertezza sulla traiettoria delle politiche pubbliche e della spesa sanitaria negli USA o problematiche tecniche connesse alla composizione dell'insieme di professioni usate per addestrare il sistema di apprendimento automatico (che, in pratica, ha sottostimato le professioni sanitarie).
- Il settore dell'edilizia, che è uno dei più grandi datori di lavoro, appare favorito da diversi trend, tra i quali urbanizzazione, invecchiamento della popolazione e globalizzazione, e prevedibilmente sarà un'importante fonte di posti di lavoro di media specializzazione in futuro.
- Le prospettive della domanda possono variare considerevolmente per professioni che, per altri versi, sono molto simili. Per esempio, gli specialisti in operazioni commerciali – che solitamente necessitano di conoscenze specifiche nella gestione delle informazioni – sono destinati a crescere in percentuale della forza lavoro mentre per *minor groups* professionali contigui nel SOC, come gli specialisti finanziari (vedi Tabella 3), è previsto un calo della percentuale. A un livello di dettaglio maggiore si nota che i risultati relativi agli specialisti in operazioni commerciali sono guidati in particolare dagli analisti di gestione, dagli specialisti di formazione e sviluppo, dagli specialisti in relazioni industriali, esperti di logistica e programmatori di incontri, convegni ed eventi: professioni che ragionevolmente beneficeranno dalla riorganizzazione del lavoro e dei luoghi di lavoro.
- Un'altra nicchia di cui si prevede la crescita in termini di quota della forza lavoro è quella degli altri addetti alle vendite e, all'interno di questo gruppo, più in particolare dei tecnici di vendita e degli agenti immobiliari, nonostante il previsto declino delle professioni legate alle vendite in generale.

Tabella 3: Gruppi professionali (*minor groups*) con la più bassa probabilità di futuro incremento della domanda

Per queste professioni indichiamo la frazione del loro attuale livello di occupazione che ha una probabilità di incremento della domanda al di sotto del 30% e al di sotto del 50%.

OCCUPATI	NUMERO DI ADDETTI	<30%	<50%
Lavoratori del legno	236.460	100,0%	100,0%
Lavoratori dell'industria tipografica	256.040	100,0%	100,0%
Lavoratori del metallo e della plastica	1.923.050	98,7%	100,0%
Impiegati del settore finanziario	3.144.540	97,7%	100,0%
Altre professioni produttive	2.552.400	96,9%	99,4%
Operatori di impianti e sistemi	311.060	94,1%	100,0%
Assemblatori e costruttori	1.571.480	92,2%	100,0%
Operatori di attrezzature per le comunicazioni	110.250	91,2%	100,0%
Addetti alla trasformazione dei prodotti alimentari	738.030	89,1%	100,0%
Addetti alla conservazione del patrimonio forestale	42.740	83,9%	100,0%
Addetti dell'industria estrattiva	561.550	81,5%	100,0%
Specialisti finanziari	253.530	66,7%	100,0%
Addetti al trasporto ferroviario	2.607.770	66,3%	90,7%
Cuochi e addetti alla preparazione del cibo	117.460	53,2%	100,0%
Rappresentanti nel settore dei servizi	3.132.040	49,0%	100,0%
Addetti alle vendite al dettaglio	8.799.240	44,9%	47,6%
Altri addetti alle costruzioni e attività collegate	393.710	39,8%	63,2%
Addetti ai trasporti via acqua	77.270	39,6%	100,0%
Meccanici, installatori e riparatori di veicoli e attrezzature mobili	1.554.340	38,0%	99,2%
Bibliotecari, curatori e archivisti	253.800	37,1%	37,1%
Spedizionieri, corrieri, addetti a smistamento e recapito materiali	3.973.730	32,1%	97,6%
Altri addetti all'installazione, manutenzione e riparazione	2.776.890	28,4%	90,0%
Assistenti nelle attività di intrattenimento e simili	524.310	25,2%	96,7%
Conducenti di veicoli a motore	3.797.540	24,3%	100,0%
Addetti alla movimentazione di materiali	4.473.640	20,9%	100,0%

- Questi risultati supportano l'importanza del futuro cambiamento tecnologico *routine-biased*, ossia diretto a rimpiazzare i lavori di routine. Si noti il previsto impatto dell'automazione che investe professioni complesse e cognitivamente avanzate come quella degli specialisti finanziari.
- La prevista caduta dei salari dei lavoratori del commercio al dettaglio e degli assistenti nelle attività di intrattenimento, che insieme rappresentano un consistente volume di occupazione, è coerente con un'espansione di beni e servizi forniti in forma digitale.
- La presenza delle professioni del settore trasporti può riflettere la convinzione che l'auto senza guidatore creerà problemi per la futura occupazione. È ragionevole attendersi che l'apparizione della sharing economy condurrà a una crescente domanda di lavori di installazione e riparazione, specialmente in settori come quello del trasporto, poiché le auto e altri mezzi saranno usati più intensivamente, ma si tratta di un'ipotesi non convalidata.

5.1.2. REGNO UNITO

Anche questa volta i calcoli sono condotti al massimo del livello analitico disponibile, cioè quello della classifica delle professioni UK SOC 2010 a quattro cifre. La percentuale della forza lavoro del Regno Unito ripartita in base alle soglie sopra indicate è fornita dalla Tabella 4.

Tabella 4: Frazione degli occupati in Gran Bretagna sopra e sotto diverse soglie della probabilità di incremento della domanda

Numero delle professioni	Occupati	<30%	>50%	>70%
365	31.423.561	21,2%	51,8%	8,0%

Nota: Il dato sugli occupati non coincide esattamente con gli occupati del Regno Unito, poiché esclude alcune professioni a quattro cifre corrispondenti a occupazioni a sei cifre del SOC USA per le quali mancano i dati O*NET. Di conseguenza, la nostra analisi esclude circa l'1% del totale degli occupati del Regno Unito.

Nella Figura 2 descriviamo (seguendo Frey e Osborne, 2014) la distribuzione dell'attuale occupazione nel Regno Unito in base alla sua probabilità di futuro incremento della domanda. Inoltre disaggreghiamo questa occupazione per grandi categorie (*major groups*), cioè al livello di una cifra nel UK SOC.

Come nei risultati relativi agli USA, la Figura 2 rivela che il modello è notevolmente più incerto che in Frey e Osborne (2014). Rispetto agli Stati Uniti, la frazione della forza lavoro britannica di cui si prevede la crescita è più grande; allo stesso modo, anche una più grande quota di forza lavoro britannica è ad alto rischio di declino.

Figura 2: Distribuzione degli occupati nel Regno Unito in base alla probabilità di incremento della domanda futura. Si noti che l'area totale sotto tutte le curve è uguale all'occupazione totale nel Regno Unito

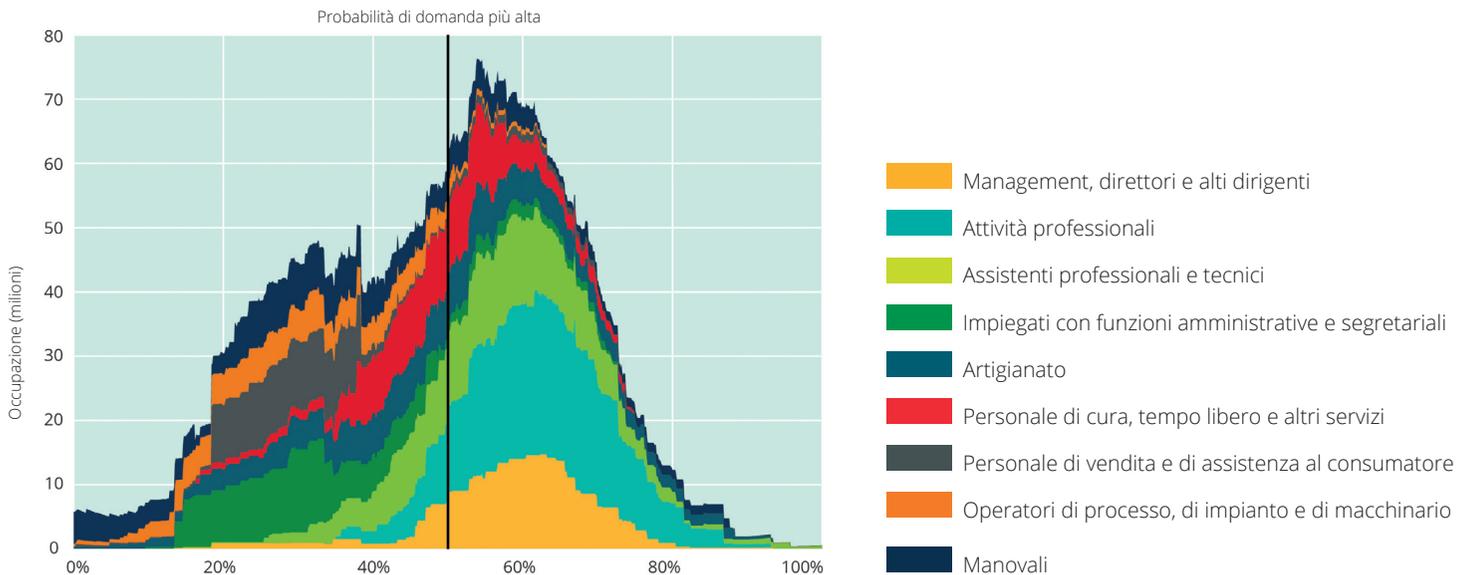


Tabella 5: Classi (*minor groups*) professionali, ossia occupazioni a tre cifre, con la maggiore probabilità di futuri incrementi della domanda nel Regno Unito

Indichiamo la frazione dell'attuale livello di occupazione delle professioni per la quale è probabile un incremento della domanda al di sopra del 70% e del 50%.

OCCUPATI	NUMERO DI ADDETTI	>70%	>50%
Professioni della ristorazione e delle attività ricettive	479.645	71,4%	76,6%
Insegnanti e professionisti dell'educazione	1.569.250	57,3%	94,5%
Professionisti dello sport e del fitness	170.183	56,0%	100,0%
Specialisti delle scienze naturali e sociali	227.020	55,0%	100,0%
Manager e proprietari di esercizi nel settore del tempo libero	299.143	50,0%	96,7%
Dirigenti e direttori dei servizi sanitari e sociali	88.651	44,1%	100,0%
Professionisti nei campi delle arti, della letteratura e dei media	397.323	37,1%	79,4%
Addetti ai servizi pubblici e attività associate	524.068	31,9%	100,0%
Addetti ad altri servizi di base	1.066.177	26,5%	92,6%
Terapisti professionisti	123.632	22,6%	100,0%
Ingegneri professionisti	475.217	22,4%	100,0%
Professionisti dei media	164.649	19,3%	100,0%
Professionisti del welfare	177.879	14,4%	91,9%
Tecnici elettrici ed elettronici	468.429	12,4%	100,0%
Professionisti della sanità	545.874	4,1%	100,0%

Dalla Tabella 5 possiamo ricavare diverse indicazioni interessanti.

- La presenza di professioni collegate alla sanità, all'istruzione e ad altri servizi è coerente con l'ipotesi della cosiddetta "malattia dei costi" di Baumol, per cui nei settori dei servizi, dove si registra una bassa crescita della produttività, si prevede un incremento della quota sul totale della forza lavoro per un incremento dato della domanda (Baumol et al., 2012).
- Il risultato evidenzia anche la resilienza delle professioni del settore pubblico, al di là della sanità e dell'istruzione. Non è chiaro se ciò accada perché i partecipanti ai workshop credono che queste professioni cresceranno più rapidamente delle altre, o perché ritengono che le variazioni saranno meno incerte a causa di fattori istituzionali, come una maggiore sicurezza del posto di lavoro e la sindacalizzazione. Comunque venga interpretato, questo risultato è coerente con un esito della ricerca di Acemoglu e Restrepo (2017a), secondo il quale il settore pubblico è tra i pochi segmenti del mercato del lavoro che resistono in aree interessate dall'automazione. Un'altra possibilità è che esso rifletta le preoccupazioni dei consumatori per quanto riguarda questioni etiche, di privacy e di sicurezza che, tra le altre cose, possono influire sulla domanda di regolamentazione (World Economic Forum – WEF, 2016; Jones, 2016).

- Le attività che non sono esposte al commercio internazionale sono fortemente presenti nella lista dei gruppi di professioni: ristorazione, servizi di base, servizi collegati alle attività ricettive e al tempo libero, sport e fitness, installazione e riparazione di attrezzature elettriche ed elettroniche. Questo è compatibile anche con l'effetto moltiplicatore delle nuove tecnologie identificato da Moretti (2012 [2013]) e Gregory et al. (2016).
- Alcune di queste attività (ristorazione, attività ricettive e altri mestieri che offrono servizi di base) non richiedono grandi competenze, ma sono associati a prodotti differenziati che i consumatori apprezzano (Autor e Dorn, 2013). Possono perciò essere maturi per una riprogettazione che esalti una ancora maggiore varietà dei prodotti. Segni di ciò si possono riscontrare nel ritorno dei mestieri artigianali: il rinnovamento di beni e servizi quali quelli prodotti dal parrucchiere, dalla torrefazione del caffè, dal macellaio, barista, falegname, ceramista e creatore di tessuti, incorpora elementi di competenze tecniche a base artigianale che sono considerate di qualità superiore – e conseguentemente sono più care – rispetto al passato. I lavoratori attingono anche da antiche tradizioni culturali ciò che rende un bene o un servizio “autentico” e sono in grado di comunicare questi valori di buon gusto ai consumatori. Questi mercati traggono beneficio dal rimescolamento dei gusti tra cultura alta e cultura bassa e da trend come la rilocalizzazione e la riscoperta dell'importanza delle produzioni locali (Ocejo, 2017).
- Il fenomeno del ritorno dell'artigianato è stato attribuito, in parte, alle preferenze di consumo dei Millennials. Si può spiegare in questo modo anche il supporto che riscontriamo per professioni associate a sport, fitness e terapie della psiche. Presumibilmente, queste attività si inquadrano in una definizione più ampia di salute, in cui il benessere delle persone si basa sulla nutrizione corretta, sull'esercizio fisico e sulla salute mentale, piuttosto che sulla semplice risposta alla malattia tramite la somministrazione di cure drastiche e sporadiche.
- Le professioni legate all'ingegneria meccanica e alla progettazione, che coniugano digitale e creatività, generalmente presentano prospettive brillanti. Queste attività sono fortemente integrate con la tecnologia digitale; sono anche quelle in cui il Regno Unito gode di un vantaggio comparato e beneficiano di trend come l'urbanizzazione.

Numerosi altri gruppi di professioni hanno un'alta probabilità di andare incontro a un calo della loro quota rispetto al totale della forza lavoro, come si vede in dettaglio nella Tabella 6.

Tabella 6: Classi (*minor groups*) di professioni, ossia gruppi a tre cifre, con le più basse probabilità di futuro incremento della domanda

OCCUPATI	NUMERO DI ADDETTI	<30%	<50%
Conduuttori e operatori di macchine mobili	150.233	100,0%	100,0%
Personale amministrativo non qualificato	197.537	100,0%	100,0%
Professioni di vendita non qualificate	151.411	100,0%	100,0%
Personale non qualificato addetto al magazzino	399.420	100,0%	100,0%
Addetti all'assistenza dei consumatori	469.574	100,0%	100,0%
Responsabili e supervisor del servizio clienti	150.753	100,0%	100,0%
Assemblatori e operai comuni	243.409	96,5%	100,0%
Professioni agricole non qualificate	92.209	94,7%	100,0%
Altro personale amministrativo	823.137	91,1%	100,0%
Stampatori, tipografi	66.981	90,5%	100,0%
Operai di processo	280.391	88,7%	100,0%
Addetti alla lavorazioni di lamiere, saldatori e simili	113.545	84,3%	100,0%
Commessi e cassieri delle vendite al minuto	1.489.794	78,3%	100,0%
Servizi di cura e controllo di animali	109.668	77,1%	77,1%
Operatori di impianti e macchinari	144.883	66,5%	100,0%
Servizi domestici e affini	100.279	59,2%	100,0%
Professioni amministrative: finanza	753.388	56,1%	75,6%
Altre professioni qualificate	111.153	44,6%	79,2%
Professioni amministrative: registrazioni	396.852	43,1%	100,0%
Professioni segretariali e affini	673.395	39,9%	100,0%
Addetti alle costruzioni e all'edilizia	837.300	35,3%	84,7%
Addetti alla sicurezza non qualificati	280.115	34,7%	100,0%
Operai comuni addetti alla sorveglianza di impianti	251.160	32,0%	100,0%
Manager e proprietari, altri servizi	589.787	31,2%	58,0%
Autotrasportatori	951.011	26,4%	96,5%

Per queste professioni indichiamo la frazione dell'occupazione attuale che ha una probabilità di incremento della domanda al di sotto del 30% e al di sotto del 50%.

La Tabella 6 suggerisce numerose interpretazioni.

- Le innovazioni tecnologiche e la globalizzazione possono spiegare perché per molte professioni legate alla produzione manifatturiera si prevede un calo in termini di quota sul totale degli occupati.
- Il previsto declino in termini di quota sull'occupazione complessiva delle attività di carattere amministrativo e di segreteria e, in una certa misura, delle professioni legate alle vendite è anch'esso coerente con l'innovazione tecnologica che tende a rimpiazzare i lavori di routine (*routine-biased*). Le attività di assistenza alla clientela che comportano un'interazione sociale sono forse più difficili da inserire in questo quadro.
- I lavori manuali ad alta qualificazione presentano un andamento più eterogeneo. Si prevede un declino della lavorazione dei metalli, nel tessile e nel settore dei mezzi di trasporto e, in una certa misura, del settore delle costruzioni e dell'edilizia; per contro, le attività di installazione e riparazione elettriche ed elettroniche, preparazione dei cibi, completamento e finitura degli edifici e altri mestieri qualificati (per esempio, produttori del vetro e della ceramica, decoratori e finitori) hanno prospettive molto migliori. Ciò suggerisce la probabilità che esistano aree di opportunità per i gruppi che si trovano in fondo alla scala delle competenze, a seconda delle scelte che saranno adottate.

5.2. COMPETENZE

Descriviamo ora i risultati del nostro studio sulla relazione tra le variabili O*NET (cui facciamo riferimento con i termini "caratteristiche" o, più informalmente, "competenze") e la domanda futura.

Usiamo due misure dell'importanza delle caratteristiche per la domanda futura: il coefficiente di correlazione di Pearson e la derivata media. Interpretando queste misure, si noti innanzitutto che il coefficiente di correlazione assume valori compresi tra -1 e 1. La derivata media è calcolata considerando la derivata di una funzione a valore reale non osservabile collegata alla domanda. È un numero adimensionale: la grandezza di una derivata media è significativa solo in relazione a un'altra derivata media. Per entrambe le misure, i valori positivi sono associati con caratteristiche il cui aumento comporta presumibilmente un aumento della domanda; i valori negativi sono associati con caratteristiche il cui aumento comporta presumibilmente un decremento della domanda.

5.2.1. USA

Tabella 7: Variabili di O*NET in ordine di importanza per la domanda futura di professioni negli Stati Uniti in base alla correlazione di Pearson (prime 30 posizioni su un totale di 120 caratteristiche)

Posizione	VARIABILE O*NET (caratteristica)	CLASSE	CORRELAZIONE DI PEARSON
1	Strategie di apprendimento	competenze	0,632
2	Psicologia	conoscenze	0,613
3	Impartire istruzioni	competenze	0,609
4	Percettività sociale (capacità di ascolto e comprensione)	competenze	0,605
5	Sociologia e antropologia	conoscenze	0,603
6	Istruzione e addestramento	conoscenze	0,602
7	Coordinamento	competenze	0,571
8	Originalità	abilità	0,570
9	Prontezza di idee	abilità	0,562
10	Apprendimento attivo	competenze	0,534
11	Terapia e sostegno psicologico	conoscenze	0,531
12	Filosofia e teologia	conoscenze	0,526
13	Parlare	competenze	0,514
14	Orientamento al servizio	competenze	0,511
15	Ascolto attivo	competenze	0,507
16	Risolvere problemi complessi	competenze	0,502
17	Espressione orale	abilità	0,493
18	Comunicazioni e media	conoscenze	0,491
19	Esprimersi chiaramente	abilità	0,489
20	Valutare e prendere decisioni	competenze	0,482
21	Conoscenze linguistiche	conoscenze	0,474
22	Monitorare	competenze	0,470
23	Ragionamento deduttivo	abilità	0,468
24	Comprensione orale	abilità	0,465
25	Senso critico	competenze	0,462
26	Valutare sistemi	competenze	0,461
27	Storia e archeologia	conoscenze	0,452
28	Ragionamento induttivo	abilità	0,448
29	Persuasione	competenze	0,443
30	Riconoscimento vocale	abilità	0,436

La Tabella 7 presenta alcune variabili (30 su un totale di 120) associate ad una quota crescente della forza lavoro, ordinate per importanza decrescente in base al coefficiente di correlazione di Pearson.

- I risultati confermano l'importanza delle "competenze del XXI secolo" negli Stati Uniti, con un'enfasi particolare sulle competenze interpersonali. Questo aspetto è sottolineato dalla presenza di competenze quali "impartire istruzioni", "percettività sociale" e "coordinamento", e i campi della conoscenza correlati quali la "sociologia" e l'"antropologia".

- Ciò è coerente con quanto dice la letteratura riguardo l'importanza crescente delle competenze sociali: va ricordato che tra il 1980 e il 2012 i posti di lavoro caratterizzati da alti requisiti di competenze sociali sono cresciuti di quasi 10 punti percentuali come quota della forza lavoro statunitense (Deming, 2015). Ci sono buone ragioni per pensare che questi trend proseguiranno, non solo perché le organizzazioni cercano di ridurre i costi del coordinamento, ma anche perché rendono più gestibile il contesto culturale in cui si stanno affermando la globalizzazione e la diffusione della tecnologia digitale (Tett, 2017).
- I risultati pongono anche l'accento sull'importanza di competenze cognitive di ordine superiore, come l'"originalità" e la "prontezza di idee". Anche le "strategie di apprendimento" e l'"apprendimento attivo" – la capacità degli studenti di porsi obiettivi, formulare quesiti rilevanti e ottenere feedback quando apprendono e applicano quella conoscenza in modo significativo in una varietà di contesti – hanno un ruolo di primo piano.
- I progressi nello sviluppo di queste competenze all'interno del sistema educativo formale sono stati lenti perché è stato difficile capire come sorgono e si sviluppano nel corso del tempo e come si possono incorporare nel curriculum e nelle valutazioni formali. Nonostante ciò, numerose iniziative autorizzano attese ottimistiche e stanno cominciando a dare forma al dialogo sulle politiche da adottare a livello nazionale e internazionale (Schunk e Zimmerman, 2007; Lucas et al., 2013, OECD, 2016a). Rafforzare gli aspetti affettivi dell'istruzione e l'abitudine alla formazione permanente, specialmente tra giovani e studenti di condizioni svantaggiate che tendono ad avere più bassi livelli di motivazione, è un'altra area di interesse per i policy maker. Le ricerche mostrano che gli insegnanti possono giocare un ruolo importante – sia nell'alzare le aspettative degli studenti, sia nel premiare il processo di apprendimento – per esempio, offrendo agli studenti l'opportunità di condividere i risultati del proprio lavoro con altri o di spiegare perché ciò che hanno appreso era importante per loro, anche se è improbabile che ciò sia sufficiente, in assenza di altre politiche, per promuovere l'eccellenza e l'equità nell'educazione (Covington e Müller, 2001; Diamond et al., 2004; Weinstein, 2002; Hampden-Thompson e Bennet, 2013; OECD, 2017).
- Oltre alle aree di conoscenza collegate alle competenze sociali, "padronanza linguistica", "storia e archeologia", "amministrazione e gestione" e "biologia"¹³ sono tutte fortemente associate con le professioni di cui si prevede un aumento in termini di quota della forza lavoro, e questo ci ricorda che i lavoratori del futuro dovranno soddisfare requisiti di conoscenze generali oltre che di competenze.
- Le abilità psicomotorie e fisiche presentano una forte associazione con professioni declinanti in percentuale della forza lavoro. È interessante notare che esse includono "destrezza nelle dita" e "destrezza nelle mani"¹⁴, che Frey e Osborne (2017) identificavano come decisive strozzature per l'automazione.
- Le correlazioni per le variabili associate con una quota crescente della forza lavoro sono in generale più forti di quelle associate con una quota decrescente della forza lavoro. Questa osservazione non dovrebbe sorprendere: a parità delle altre condizioni, un incremento del valore di una variabile O*NET per una professione la rende più qualificata e sostanzialmente è lecito aspettarsi che l'esito sia una maggiore domanda (anche se, per altre ragioni, la professione dovesse andare incontro a una caduta della domanda). Questa è anche una circostanza fortunata: il nostro principale interesse risiede nell'ispirare politiche delle competenze, e naturalmente si concentra sulle competenze legate con più forza alla crescita della domanda.

¹³ Queste quattro abilità non sono incluse nel nostro elenco ma fanno parte delle 120 caratteristiche dell'elenco originale.

¹⁴ Queste due abilità non sono incluse nel nostro elenco ma fanno parte delle 120 caratteristiche dell'elenco originale.

5.2.2. REGNO UNITO

Tabella 8: Variabili di O*NET in ordine di importanza per la futura domanda di professioni nel Regno Unito, in base alla correlazione di Pearson (prime 30 posizioni su un totale di 120 caratteristiche)

Posizione	VARIABILE O*NET (caratteristica)	CLASSE	CORRELAZIONE DI PEARSON
1	Valutare e prendere decisioni	Competenze	0,752
2	Prontezza di idee	Abilità	0,732
3	Apprendimento attivo	Competenze	0,721
4	Strategie di apprendimento	Competenze	0,715
5	Originalità	Abilità	0,710
6	Valutare sistemi	Competenze	0,703
7	Ragionamento deduttivo	Abilità	0,672
8	Risolvere problemi complessi	Competenze	0,671
9	Analizzare sistemi	Competenze	0,670
10	Monitorare	Competenze	0,663
11	Senso critico	Competenze	0,658
12	Impartire istruzioni	Competenze	0,657
13	Istruzione e addestramento	Conoscenze	0,636
14	Gestire risorse umane	Competenze	0,635
15	Coordinamento	Competenze	0,620
16	Ragionamento induttivo	Abilità	0,611
17	Sensibilità ai problemi	Abilità	0,601
18	Classificare le informazioni	Abilità	0,575
19	Ascolto attivo	Competenze	0,571
20	Amministrazione e management	Conoscenze	0,559
21	Percettività sociale	Competenze	0,556
22	Analisi operative	Competenze	0,555
23	Psicologia	Competenze	0,551
24	Gestione del tempo	Competenze	0,550
25	Comprensione orale	Abilità	0,545
26	Memorizzazione	Abilità	0,530
27	Parlare	Competenze	0,528
28	Espressione orale	Abilità	0,526
29	Flessibilità categoriale	Abilità	0,520
30	Sociologia e antropologia	Conoscenze	0,516

La Tabella 8 presenta alcune variabili (30 su un totale di 120) associate a professioni per le quali si prevede una quota crescente sul totale della forza lavoro, sulla base del coefficiente di correlazione di Pearson (in ordine decrescente).

- Come negli USA, i risultati confermano l'importanza delle "competenze del XXI secolo", benché ora con un'enfasi particolarmente forte su "competenze cognitive" e "strategie di apprendimento".
- È interessante notare che le competenze sistemiche, relativamente poco esplorate nella letteratura, figurano tutte tra le prime 10. Il pensiero sistemico pone l'accento sulla capacità di riconoscere e comprendere i sistemi sociotecnici, le loro interconnessioni e i circuiti di interazioni – e sceglie le azioni appropriate alla luce di questi. Esso segna un cambiamento rispetto alle forme più riduzioniste e meccaniciste di analisi e si presta ad approcci pedagogici quali il game design e il metodo dei casi, ed è provato che può contribuire all'apprendimento interdisciplinare (Tekinbas et al., 2014; Capra e Luisi, 2014; Arnold e Wade, 2015).
- L'importanza combinata di queste competenze e di quelle interpersonali dà sostegno all'idea che la domanda di competenze collaborative di risoluzione dei problemi possa sperimentare in futuro una crescita più alta (Nesta, 2017).
- Aree di conoscenza come "padronanza linguistica", "amministrazione e management", "sociologia e antropologia" e "istruzione e addestramento" sono tutte fortemente associate con professioni per le quali è previsto un aumento in percentuale della forza lavoro, evidenziando ancora una volta l'importanza dei requisiti di conoscenza generica.
- Sempre in analogia con i risultati americani, le correlazioni per competenze, aree di conoscenze e abilità associate con quote crescenti delle professioni nella forza lavoro sono più forti di quelle associate con una quota decrescente della professione nella forza lavoro.

5.3. NUOVE PROFESSIONI

È utile pensare anche alle professioni che possono emergere nel futuro in risposta ai fattori di cambiamento del mercato del lavoro che consideriamo nel nostro studio. Queste professioni corrispondono alle posizioni nello spazio delle caratteristiche per le quali la domanda è più alta e non sono associate a professioni esistenti. Il modello ci consente di identificare un'ipotetica professione, che "quasi certamente" è destinata a sperimentare un incremento nella quota della forza lavoro, e la combinazione di caratteristiche – competenze, abilità e conoscenze – ad essa più associabili.

5.3.1. USA

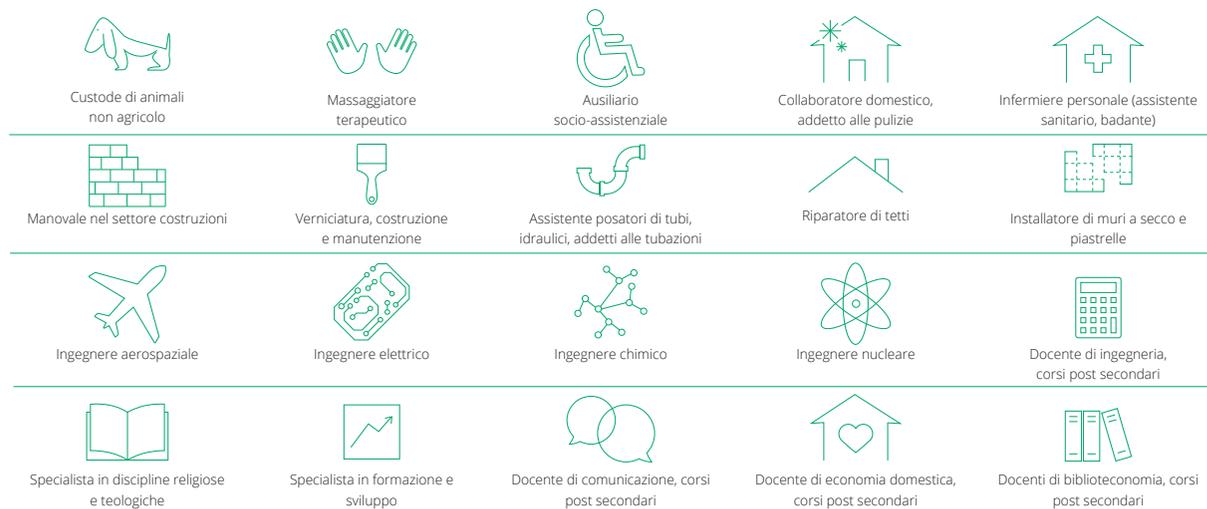
Per gli Stati Uniti, il modello identifica quattro professioni ipotetiche che quasi certamente dovrebbero registrare un aumento della domanda. La Tabella 9 presenta, per ogni occupazione ipotetica, le prime cinque caratteristiche di O*NET in ordine decrescente in base al valore della caratteristica. (S) denota che la variabile è una caratteristica che fa parte delle competenze (Skills) di O*NET, (K) denota una caratteristica che fa parte delle aree di conoscenza (Knowledge) di O*NET e (A) denota una caratteristica che fa parte delle abilità di O*NET.

Possiamo capire qualcosa di queste ipotetiche professioni osservando le professioni esistenti più vicine (in ordine decrescente di vicinanza) come si vede nella Figura 3. Delle 20 occupazioni qui presentate, 11 sono associate da O*NET a una "brillante prospettiva" e/o dovrebbero beneficiare della crescita della *green economy*.

Tabella 9: Le quattro nuove professioni scoperte dal nostro modello con riferimento agli Stati Uniti, così come sono descritte dalle loro prime cinque caratteristiche di O*NET

NUOVE PROFESSIONI	CARATTERISTICHE IN ORDINE DECRESCENTE DI IMPORTANZA				
	1a	2a	3a	4a	5a
1	Servizi personali e al consumatore (K)	Forza muscolare (A)	Orientamento al servizio (S)	Biologia (K)	Fermezza del braccio e della mano (A)
2	Edilizia e costruzioni (K)	Servizi personali e al consumatore (K)	Forza muscolare statica (A)	Destrezza manuale (A)	Fermezza del braccio e della mano (A)
3	Ingegneria e tecnologie (K)	Scienza (S)	Comprensione scritta (S)	Senso critico (S)	Disegno industriale (K)
4	Istruzione e addestramento (K)	Comprensione orale (S)	Percettività sociale (S)	Comprensione scritta (S)	Comprensione del testo (S)

Figura 3: Le professioni più vicine alle ipotetiche nuove professioni ad alta domanda con riferimento agli USA



Questi risultati forniscono un'altra risposta al timore che i lavori nella fascia centrale della distribuzione di istruzione e reddito siano destinati a sparire in futuro.¹⁵

¹⁵ Due delle quattro professioni possono essere plausibilmente considerate lavori a media qualificazione. La prima professione ipotetica – che presenta analogie con l'operatore socio-sanitario – è particolarmente interessante. Da un lato, è un esempio da manuale di un settore in cui la disponibilità di personale a bassa qualificazione, le pressioni di bilancio sulla sanità pubblica e l'eredità delle politiche di discriminazione razziale e di genere si sono combinate per creare posti di lavoro poco pagati, con scarso prestigio sociale e condizioni di impiego precarie (Institute of Medicine, 2008; Duffy et al., 2015). Tuttavia, il modello indica buone prospettive per la domanda di un lavoro di cura che richiede una combinazione di compiti che si collocano in tutto lo spettro delle competenze, comprese componenti di conoscenza formale e addestramento che, in linea di principio, dovrebbero favorire il miglioramento della retribuzione e della qualità del lavoro. Infine vale la pena di notare la misura in cui in queste professioni ipotetiche sono presenti competenze interpersonali.

5.3.2. REGNO UNITO

Per quanto riguarda il Regno Unito, vengono identificate dal modello due nuove occupazioni. La Tabella 10 mostra le prime cinque caratteristiche di queste professioni in ordine di importanza decrescente.

Tabella 10: Le due nuove professioni scoperte dal nostro modello per il Regno Unito, come sono descritte dalle prime cinque caratteristiche di O*NET

NUOVE PROFESSIONI	CARATTERISTICHE IN ORDINE DECRESCENTE DI IMPORTANZA				
	1a	2a	3a	4a	5a
1	Belle Arti (K)	Originalità (A)	Disegno industriale (K)	Prontezza di idee (A)	Visualizzazione (K)
2	Originalità (A) Prontezza di idee (A)	Valutare e prendere decisioni (S)	Apprendimento attivo (S)	Espressione orale (A)	Fermezza del braccio e della mano (A)

Di nuovo, possiamo apprendere qualcosa su queste nuove professioni osservando le professioni più vicine tra quelle esistenti (in ordine decrescente di vicinanza). Tali professioni sono rappresentate nella Figura 4. Una delle professioni ha alti livelli di creatività e combina competenze legate all'artigianato tradizionale ad altre basate sulla tecnologia; l'altra si adatta alle attività ricettive e alla vendita e richiede originalità, flessibilità e competenze manageriali.

Figura 4: Le professioni più vicine alle nuove professioni ipotetiche ad alta domanda per il Regno Unito



6. LIMITI DELL'ANALISI

— Crediamo che il nostro progetto di ricerca presenti molti aspetti interessanti e che i risultati raggiunti siano comparativamente più utili rispetto agli studi che l'hanno preceduto. Ciò non ci impedisce di riconoscere l'esistenza di importanti limiti. In primo luogo, le previsioni in termini di semplici direzioni possono frustrare i policy maker che sono alla ricerca di informazioni più dettagliate su cui basare le proprie decisioni. Sotto questo aspetto, utilizzare un numero maggiore di etichette per affinare meglio i tassi di variazione potrebbe avere senso, ma dobbiamo tenere a mente i già ricordati limiti cognitivi associati a previsioni su un orizzonte temporale di 15 anni.

— Un secondo limite è che noi stimiamo solo le implicazioni dei cambiamenti strutturali nella domanda dei datori di lavoro. Nella pratica, però, le opportunità d'impiego sorgono nel momento in cui i lavoratori vanno in pensione o escono per altre ragioni dalla popolazione attiva e devono essere sostituiti. In effetti, si prevede che nel prossimo decennio le esigenze di rimpiazzo forniranno un numero di posti di lavoro sensibilmente più alto della crescita dell'occupazione (UK Commission for Employment and Skills, 2014; US Bureau of Labor Statistics, 2016). D'altronde, anche le professioni per le quali si prevede un calo della domanda da parte dei datori di lavoro possono offrire tuttora attraenti prospettive di carriera. In questo senso, incorporare stime della struttura per età della forza lavoro per predire le esigenze di sostituzione avrebbe integrato l'approccio seguito e la stima delle future opportunità di occupazione.

— In terzo luogo, sarebbe utile una maggiore comprensione delle caratteristiche dei lavori che si prevede diventeranno più importanti nei prossimi anni. Livelli retributivi, opportunità di carriera, ambiente di lavoro, sicurezza, possibilità di influire sulle decisioni organizzative, tra le altre cose, costituiscono criteri oggettivi e misurabili per valutare la qualità del lavoro (OECD, 2016c). Per di più, oltre al valore che hanno per le persone che li svolgono, i lavori hanno sul resto della società potenziali effetti secondari, sia positivi sia negativi, di cui una valutazione completa dovrebbe tener conto.

— In quarto luogo, un futuro sviluppo della nostra analisi potrebbe essere quello di integrare in modo più esplicito i trend nell'etichettatura della domanda delle professioni – per esempio, scegliere professioni che sono più rappresentative dei trend e suscettibili di stimolare la riflessione al riguardo (in contrapposizione o anche possibilmente in combinazione con l'uso dell'algoritmo di apprendimento attivo). In alternativa, si potrebbe chiedere ai partecipanti ai workshop, nel momento in cui esprimono le loro previsioni sul futuro della domanda delle professioni, di ordinare i trend in ordine di importanza o rilevanza come un input per il modello, il che contribuirebbe ad affinare l'interpretazione dei risultati. Infine, sarebbe utile esplorare come variano le stime da paese a paese (Hausmann et al., 2014; Beramendi et al., 2015). In presenza di variazioni tra paesi per quanto riguarda risorse, istituzioni e tecnologie, è probabile che anche trend strutturali identici siano incanalati in modi differenti, con la conseguenza di dar luogo a sconvolgimenti e opportunità differenti nel mercato del lavoro.

7. CONCLUSIONI

In questo rapporto abbiamo presentato un nuovo approccio basato su metodi misti per prevedere la domanda di competenze, che abbiamo applicato alle economie degli Stati Uniti e del Regno Unito nel 2030. In particolare abbiamo:

- generato predizioni sulla direzione della crescita delle professioni, identificate in base ai gruppi della Standard Occupation Classification (SOC) degli Stati Uniti e del Regno Unito;
- identificato quali competenze, tipi di conoscenza e capacità avranno, per associazione, la maggiore probabilità di sperimentare una crescita o un calo;
- determinato, a livello occupazionale, quali investimenti in capitale umano avranno la maggior probabilità di incrementare la domanda futura nel 2030.

Abbiamo basato esplicitamente la nostra analisi sulle molte fonti di cambiamento strutturale che probabilmente avranno un impatto sui mercati del lavoro statunitense e britannico nell'orizzonte temporale indicato.

Pur avendo assistito a una vera e propria esplosione di report/ricerche che cercano di indagare il futuro dell'occupazione, siamo convinti che il nostro sia il più completo, quello metodologicamente più ambizioso, e che i risultati presentati siano rilevanti per le politiche pubbliche. È anche il rapporto che contiene il trattamento più sofisticato dell'incertezza; questo aspetto è importante poiché scoprire che la maggior parte dei lavori è associata ad alti livelli di incertezza per quanto

riguarda la domanda futura ci ricorda che il futuro della maggior parte delle professioni è lungi dall'essere inevitabile. Infine, ci siamo sforzati di testare le nostre previsioni – che sono il nostro contributo specifico a questo importante dibattito – confrontandole con previsioni alternative. Benché questo aspetto necessariamente sfugga alla valutazione, riteniamo che rappresenti un ulteriore elemento di distinzione del presente studio rispetto ad altri recenti esercizi di questa natura.

Il nostro approccio raccoglie i giudizi riguardanti il mercato del lavoro formulati nei workshop da esperti in un'ampia varietà di campi nei quali si prevede un impatto di cambiamenti strutturali sull'occupazione, e li combina con un algoritmo di apprendimento automatico di ultima generazione. Abbiamo trovato che il 9,6% dell'attuale forza lavoro statunitense (l'8,0% per quanto riguarda il Regno Unito) è occupata in professioni che molto probabilmente registreranno un aumento come quota della forza lavoro mentre il 18,7% (21,2% per il Regno Unito) esercita una professione che molto probabilmente registrerà una diminuzione. Queste stime implicano che una grande massa di lavoratori ha di fronte prospettive di domanda altamente incerte (vale a dire, una probabilità di sperimentare una quota più alta della forza lavoro di circa il 50%).

I nostri risultati sulle competenze confermano l'importanza futura delle "competenze del XXI secolo": la combinazione di competenze interpersonali e cognitive che è stata al centro della crescente preoccupazione dei policy maker negli anni

recenti. Nei risultati relativi agli Stati Uniti, si osserva un'enfasi particolarmente forte sulle competenze interpersonali, in piena coerenza con la letteratura sulla crescente importanza delle competenze sociali. Inoltre, un certo numero di campi di conoscenza, come "padronanza linguistica", "amministrazione e gestione" e "biologia" sono fortemente associati alle professioni di cui si prevede una domanda in aumento: un avvertimento che la forza lavoro futura dovrà soddisfare requisiti di conoscenza oltretutto di competenze.

Anche nel Regno Unito i risultati confermano l'importanza delle "competenze del XXI secolo", ma con un'accentuazione ancora più forte sulle competenze cognitive e sulle strategie di apprendimento. In primo piano troviamo le competenze sistemiche: Valutare e prendere decisioni, Analizzare i sistemi e Valutare i sistemi.

Il nostro studio apporta un contributo a tutte e tre le aree di ricerca considerate nel Capitolo 2. Innanzitutto, i workshop utilizzano una nuova metodologia di raccolta dei dati basata su algoritmi dell'apprendimento automatico attivo, che intelligentemente domandano ai partecipanti di massimizzare il carattere informativo dei dati raccolti. In secondo luogo, lo studio adotta un approccio innovativo al modo in cui si generano predizioni sul futuro delle competenze, combinando i giudizi di esperti umani con le tecniche dell'apprendimento automatico che possono reagire in modo flessibile ai modelli naturali dei dati. Il nostro approccio permette dunque interazioni non lineari più ricche, più complesse tra variabili, che sfruttiamo per stimare le complementarità tra competenze e le implicazioni per le nuove professioni. In terzo luogo, la ricerca è fondata su un'esplicita considerazione delle diverse fonti di cambiamento strutturale, dalle quali deriveranno probabilmente impatti importanti sulle esigenze di competenze dei futuri datori

di lavoro. Ricorrendo alla dettagliata caratterizzazione delle professioni ricavabile dal database di O*NET, siamo in grado di fornire un trattamento più dettagliato delle competenze, dei tipi di conoscenza e delle capacità rispetto a quello solitamente offerto nella letteratura sulle competenze. Infine, la nostra ricerca costituisce uno sforzo potenzialmente importante di controbilanciare il predominio della futura automazione nei dibattiti sulle politiche del lavoro.

Un punto finale merita di essere sottolineato: si è spesso tentati di concentrare l'attenzione su rischi e pericoli del periodo che ci attende piuttosto che sulle opportunità che esso offre. Questa inclinazione è sia pericolosa sia fuorviante. È pericolosa perché le narrazioni popolari influenzano gli esiti economici e una narrazione di incessante instabilità dei mercati del lavoro rischia di congelare la crescita e l'innovazione (Atkinson e Wu, 2017; Shiller, 2017). Una reazione antitecnologica sarebbe particolarmente pericolosa in un momento in cui la disponibilità ad assumersi dei rischi è più che mai necessaria per migliorare la fiacca produttività (Phelps, 2013; Erixon e Weigel, 2016). È fuorviante perché la nostra analisi evidenzia le opportunità di promuovere la crescita, benché con un importante caveat: a patto che i nostri sistemi di istruzione e addestramento siano abbastanza agili da rispondere appropriatamente. La storia ci ricorda che gli investimenti in competenze devono essere al centro di ogni strategia a lungo termine per affrontare il cambiamento strutturale. Una preconditione di ciò è l'accesso a informazioni attendibili sulle competenze richieste, in mancanza delle quali i policy maker rischiano di andare alla cieca. Ci auguriamo che questo report sia un passo verso il miglioramento della comprensione di un'agenda di importanza vitale.