

Traiettorie tecno-economiche

In un panorama tecno-economico in profondo cambiamento è difficile, ma non impossibile, individuare traiettorie, che possono essere numerose in ragione dell'intensa dinamica come quella odierna, anche se tendono a prevalere informazioni parziali e ambigue. Nelle pagine successive cercheremo di individuare alcune tendenze di fondo, che definiamo traiettorie in quanto si tratta di modelli concettuali per la messa fuoco di problemi, sulla base dei quali si sviluppano nuove conoscenze, tecnologie e strumenti, la cui elaborazione richiede appunto intelligenza strategica e *adaptive strategic thinking*. Ci soffermeremo su quelli che, alla luce dell'analisi svolta, appaiono i trend evolutivi potenzialmente più rilevanti, che collochiamo nei livelli di incertezza 3 e 4 nello schema concettuale di MGI (Courtney, Kirkland e Viguerie 2000).

Peraltro lo stesso MGI (2019) riprende inconsapevolmente la metafora della navigazione (*navigating the world of disruption*) per descrivere un quadro evolutivo sul piano geo-politico, caratterizzato dall'erosione delle tradizionali fondamenta del contratto sociale post-bellico, in seguito alla diffusione delle tecnologie digitali e all'emergere di potenti forze globali.

In questo volume ci limitiamo ad indicare alcune direttrici tecno-economiche, tali da poter essere assunte come punti di riferimento per disegni di *innovation policy*. Avanziamo a tale scopo una proposta metodologica, una serie di strumenti operativi e architetture funzionali d'intervento mirati per ambiti tecnico-scientifici e specifici processi decisionali.

Introduzione: Proposta metodologica, proprietà, attori, architettura funzionale, strumenti operativi-indicatori

Lo scenario odierno di computazione ubiquitaria e iperconnettività globale genera continuamente flussi informativi; pertanto nel produrre un bene o un servizio occorre perseguire simultaneamente molteplici linee di attività:

- *monitorare* costantemente la frontiera delle conoscenze tecnico-scientifiche;
- *mettere bene a fuoco* i problemi risolti e quelli da risolvere, funzioni da svolgere e performance da ottenere;
- *analizzare* le interdipendenze sistemiche tra le molteplici componenti delle varie sequenze di attività e funzioni da scegliere;
- *selezionare* attentamente le tecnologie appropriate per i temi emersi nei precedenti passaggi.

Dai quattro punti si deduce logicamente una peculiare concezione dell'impresa, quindi dell'Entrepreneurial Discovery Process (EDP), come unità d'analisi e punto di congruenza tra insiemi di flussi fisici, informativi ed energetici, tra i quali realizzare un *matching dinamico* in relazione ad un ambiente in continua evoluzione. In sostanza è necessario perseguire la congruenza dinamica tra comportamenti/variabili tecno-economiche del prodotto/processo e variabili ambientali (evoluzione e cambiamenti dei paradigmi tecno-economici).

A questo fine è importante che l'impresa così concepita acquisisca alcuni requisiti fondamentali:

- capacità di percepire e interpretare i segnali provenienti dall'ambiente;
- flessibilità operativa e capacità di adattarsi ad un ambiente evolutivo;
- adozione di modelli cognitivi idonei ad acquisire e generare nuove conoscenze.

La *funzione imprenditoriale* nell'orizzonte odierno richiede, pertanto, capacità di coordinamento strategico di competenze da attivare per la risoluzione di problemi connessi alle traiettorie definite.

La *funzione di coordinamento strategico* a sua volta dipende da alcune caratteristiche:

- propensione ad estrarre input da processi inferenziali in domini conosciuti non controllati direttamente, mediante obiettivi di performance multidimensionali e business da definire sulla base di strutture interattive interne ed esterne;
- attitudine a promuovere e favorire strutture interattive multi-scala in molti campi tecnico-economici;
- tendenza ad adottare un modello sistemico aperto, incentrato su una pluralità di sotto-sistemi, in parte indipendenti ma connessi su temi progettuali e strategici;
- *Open minded*, cultura manageriale, pubblica e privata, con elevata attitudine a catalizzare energie materiali e immateriali di matrice eterogenea, in vista di obiettivi non ben definiti a priori, ma talvolta la funzione catalizzatrice è

un'opera -per così dire- di ingegneria inversa: il punto di partenza è una visione quasi irrealizzabile, che induce particolari individualità a ricercare le competenze idonee per avviare processi di ricerca esplorativa verso l'ignoto (Lombardi e Macchi 2016).

In definitiva, quindi, si tratta di un'attività imprenditoriale svolta da un attore (individuale o micro-collettivo) in possesso di informazioni/intuizioni rilevanti, come base per l'organizzazione di strutture interattive a vari livelli. Tale attore deve al tempo stesso essere dotato di *capabilities* per l'esercizio di leadership strategico-progettuale. Non un secondo Leonardo da Vinci, forse non riproducibile nel contesto tecnico-scientifico attuale, bensì una leadership con precise caratteristiche psicologiche: fermezza nella visione, apertura mentale, visione sistemica e adattativa, *discovery-oriented* nell'individuare opportunità di mercato e potenzialità tecnologiche, confronto incessante con la frontiera.

Per misurarsi con le sfide globali odierne l'EDP ha un banco di prova immediato, cioè delineare tendenze rispetto alle quali definire strategie flessibili, adattative e strumenti per valutare ipotesi di sperimentazione per ciascuna traiettoria.

1. I traiettoria: verso la *smart specialisation*

Nello scenario descritto, in cui i cambiamenti possono essere introdotti dall'infinitamente piccolo alla scala astronomica, le attività umane sono destinate a cambiare profondamente. Uno degli elementi fondamentali è la pervasività delle tecnologie dell'informazione, che costituiscono una 'tecnologia di portata generale' (General Purpose Technology, GPT). Il concetto di GPT è stato introdotto da Bresnahan e Trajtenberg (1995, 84): «The central notion is that, at any point of time, there are a handful of 'general purpose technologies' (GPT's) characterized by the potential for pervasive use in a wide range of sectors and by their technological dynamism». Successivamente è stato ripreso, tra gli altri, da Lipsey et al. (2005, cap. IV) e da Jovanovic e Rousseau (2005). Ai nostri fini adottiamo la definizione degli ultimi due, che individuano tre caratteristiche della GPT: 1) pervasività; 2) incentivo al continuo miglioramento, nel senso che evolve incessantemente con diminuzione dei costi per i suoi utilizzatori); 3) generatrici di innovazione, in quanto facilitano l'invenzione di nuovi prodotti e processi.

Il connubio di hardware sempre più miniaturizzato e di sistemi algoritmici, presenti ovunque nell'ambiente (*ambient intelligence*), dà origine a dispositivi in grado di indurre mutamenti dappertutto, proprio perché producono ed elaborano informazioni senza sosta. I sistemi economico-produttivi si trasformano in sistemi socio-tecnici organizzati come reti di reti attraverso dinamiche di auto-organizzazione a livello globale.

In questo orizzonte l'analisi delle organizzazioni e delle loro attività, dalla progettazione alla realizzazione, cambia sostanzialmente, perché il focus non può essere un'entità compatta, che raggruppa funzioni, operazioni, task, ben-

si la sequenza di operazioni economico-produttive, le quali frequentemente si intersecano, sovrappongono, comunque interagiscono. La discontinuità è profonda, perché l'approccio sequenziale comporta una ridefinizione strategico-operativa: per ottenere un output, di cui all'inizio si ha solo un'idea, successivamente elaborata in forma di progetto, si sviluppa un processo ad elevata dimensionalità, come sostiene Hausmann (2008, 15) a proposito della *smart specialisation*, mettendo in luce l'alto numero di variabili che influenzano l'evoluzione delle conoscenze su cui si basa il processo economico-produttivo, dove le interdipendenze tra le variabili da considerare rende lo spazio delle decisioni complesso, con la conseguenza dell'emergere di problemi di coordinamento (pp. 17-18) specialmente in un processo di sviluppo che si configura «as a co-evolution of products and capabilities». È a questo punto che Hausman propone l'interrogativo al centro della nostra riflessione: qual è il ruolo della «policy in a high-dimensional world?».

La riduzione dell'elevata dimensionalità per le imprese e le organizzazioni private in generale tradizionalmente avviene mediante il contenimento dello spazio delle decisioni a tre variabili: prezzo, profittabilità, mercato dei capitali, attraverso cui arrivano i segnali generati dalla dinamica tecno-economica. Questo modello mentale tridimensionale ha gravi limiti soprattutto in fasi di trasformazione strutturale, quando le dimensioni dello spazio decisionale sono molte e in gran parte incognite.

Quale dunque lo spazio decisionale per le politiche pubbliche?

Il punto da cui partire oggi pensiamo sia l'idea che la *smart specialization* è un processo (Foray 2018, 818) e la

Transformative activity is a key concept. It is neither an individual project nor a sector as a whole but rather a collection of innovation capacities and actions that have been “extracted” as it were from an existing structure or several structures, to which can be added extra-regional capacities and that is oriented toward a certain structural change.

Entro questa prospettiva generale la questione decisiva è quella di identificare le priorità (Kuznetsov e Sabel 2011), tenendo presente che siamo di fronte ad innovazioni generate da molteplici fonti e che si diffondono trasversalmente in molti settori. Un compito fondamentale quindi, aggiungiamo noi, consiste nel contribuire a determinare la direzionalità dei processi innovativi facendo leva sulle attività 'trasformative' con maggiore capacità di generare effetti diffusi (*leverage e spillover effect*).

Occorre enfatizzare l'importanza a questo riguardo delle complementarità da sviluppare tra meccanismi propulsivi e attività di coordinamento dei processi innovativi, il che richiede funzioni di monitoraggio per la correzione degli errori, la rimozione degli ostacoli, la fluidificazione delle scelte e della loro attuazione, consapevoli che non si tratta di effettuare scelte ottime in condizioni statiche e/o stazionarie. Lo spazio decisionale complesso, che evolve incessantemente grazie all'infrastruttura fisico-informativa globale, induce mutamenti nelle variabili decisionali, per cui risulta arduo – spesso addirittura impossibile

– individuare regolarità. Se inquadrriamo i processi decisionali come processi bottom-up basati sull’EDP¹ (Gómez Prieto et al. 2019), per i quali occorre definire appropriati strumenti di misurazione, si comprende agevolmente come il problema del coordinamento, la direzionalità e la verifica puntuale delle priorità siano fattori fondamentali. Occorre peraltro sottolineare che l’EDP si svolge in un contesto globale di flussi e interdipendenze, che rendono lo spazio concettuale per la risoluzione dei problemi un insieme topologico (Olsson 2000, 2005) aperto e in espansione, con ritmi imprevedibili di accelerazione e rallentamenti/stasi, su cui si devono misurare una serie di soggetti pubblici e privati, investitori e stakeholder sociali.

In un siffatto contesto è logico che, in assenza di input ‘direzionali’, diventi elevato il rischio di profonde divaricazioni decisionali, dovute alle differenze nel possesso e nelle capacità di acquisizione delle informazioni, con la conseguenza di rendere problematica l’evoluzione delle società, fino a produrre eventi ‘catastrofici’.

Questo discorso va tenuto presente in modo particolare per quanto riguarda le aree regionali e i Paesi dove prevalgono culture tecnico-produttive consolidate per i successi del passato, quindi restie ad effettuare cambiamenti per vari e comprensibili ragioni: difesa di patrimoni culturali, diffidenza rispetto all’ignoto, timori connessi all’apparente perdita di prestigio e di potere ecc.

La dinamica innovativa verso la *smart specialisation* richiede, invece, una profonda ed estesa trasformazione intersettoriale di attività, incentrate sull’esercizio di veri e propri EDP, a loro volta basati su una nuova *knowledge-base*, completamente diversa dal passato e estremamente diversificata. La sua evoluzione avviene inevitabilmente nell’ambito di strutture interattive che danno origine a output *multi-technology* e *multi-knowledge domain*.

Focus Area:
Industria 4.0

Mission:
Rappresentazione digitale di processi e prodotti

Attori:
Imprese medio-grandi
Reti di imprese
Centri di Ricerca
Entità erogatrici di KIBS

¹ Così definita da Marinelli e Perianez-Forte (2017, 5): EDP «as a continuum process [...]». E ancora: «bottom up identification of investment-priorities on research and innovation, within the design of a Smart Specialisation Strategy»; sono ingredienti essenziali della traiettoria verso la smart specialization.

Indicatori:

1. Impiego di AI.
2. % stimata di riduzione degli errori di processo e di output.
3. % stimata riduzione *bottlenecks* di processo.
4. % stimata riduzione dei costi per controllo di qualità continuo.
5. Utilizzo di modellazione con IA e *predictive maintenance*.

Focus Area:

Industria 4.0

Mission:

Nuovi materiali per riduzione *carbon footprint*

Attori:

Startup Innovative

Reti di Imprese

Centri di Ricerca

Indicatori:

1. Utilizzo genomica dei materiali.
2. Riduzione *carbon footprint* dei prodotti e dei processi.
3. Standard di sicurezza nel processo di lavoro.
4. Riduzione consumi di input.

Focus Area:

Economia Circolare

Mission:

EDP e piattaforma intersettoriale multi-settoriale e trans-locale

Attori:

Reti di imprese

Centri di Ricerca

Startup innovative

Indicatori:

1. Riduzione scarti e rifiuti (micro).
2. % reimpiego input materiali.
3. % impiego di materiali innovativi.
4. Riduzione consumi energetici.
5. Utilizzo di modellazione con IA.

2. Il traiettoria: digitalizzazione dei processi produttivi di beni e servizi. *Living in a networked world*

Il nucleo propulsivo, ormai acquisito a livello teorico e operativo, è la pervasività di dispositivi di *information processing* in grado di cooperare ed agire in rete (Geisberger e Broy 2015, cap. 1). I nessi dinamici tra potenza computazionale e strumenti di Intelligenza Artificiale costituiscono la trama di fondo dell'universo fisico-cibernetico, precedentemente indicato. Siamo in condizioni di realizzare un'intelligenza distribuita che auto-organizza scambi informativi, indipendentemente dall'intervento continuo degli umani, anzi i dispositivi programmati sono in grado di scambiare in formazioni, auto-diagnosticarsi e trarre conseguenze in termini di pattern evolutivi su cui intervenire.

Una traiettoria che può essere delineata con sufficiente attendibilità sul piano tecnico-scientifico e logico è la creazione di *sistemi fisico-cibernetici gerarchici e annidati*², che connettono vari livelli delle sequenze economico-produttive, dei sistemi urbani, degli apparati logistici multi-scala. È di grande interesse la trasversalità del loro impiego e la interoperabilità multi-modale, che apre un grade spazio esplorativo per la progettazione di processi di produzione e l'erogazione di un enorme potenziale di servizi³.

Focus Area:
Living cities

Mission:
Ristrutturazione Logistica urbana

Attori:
Enti Pubblici
Imprese manifatturiere
Imprese Commerciali e KIBS
Istituzioni

Indicatori:

1. Rappresentazione computazionale 'reti di flussi'.
2. Stima dei sotto-sistemi urbani e del carico energetico.
3. Stime della riduzione di consumi energetici e di *carbon footprint* per progetti coordinati di riorganizzazione dei flussi di approvvigionamento.

² «The term Cyber-Physical Systems refers to embedded systems, i.e. devices, buildings, vehicles and medical equipment, as well as logistics, coordination and management processes and Internet services that – use *sensors* – interpret and store data [...] are connected to each other via digital networks [...] – use data and *services* [...] – possess a range of *multimodal human-machine interfaces*» (Geisberger e Broy 2015, 25-26).

³ Per ulteriori approfondimenti dei temi trattati in questo paragrafo si rinvia a Lombardi (2017) e ai contributi apparsi su Agenda Digitale.eu nel 2018-2019-2020, tutti scaricabili.

4. Valutazione della riduzione di traffico urbano e della qualità dell'aria per micro-aree oggi a rischio di congestione.

Focus Area:

Living cities

Mission:

Valorizzazione su nuove basi negozi di vicinato e micro-filiere di qualità

Attori:

Enti pubblici

Piccoli Esercizi commerciali

Reti di negozi

Reti di aziende a livello di città metropolitane

Associazioni di cittadini

Indicatori:

1. Stabilizzazione e possibile aumento dei negozi di prossimità.
2. Incremento delle micro-funzioni di servizio alla popolazione.
3. Riduzione traffico veicolare su micro-scala.
4. Miglioramento qualità dell'aria.
5. Organizzazione di nuovi flussi di approvvigionamento su basi 'intelligenti'.
Micro-piattaforme per l'incontro di domanda e offerta, impiego di mezzi di trasporto con minore consumo energetico e da fonti rinnovabili.

Focus Area:

Living cities

Mission:

Riassetto funzionale di aree urbane

Attori:

Enti pubblici

Associazioni imprenditoriali

Grandi Imprese

Associazioni di cittadini

Indicatori:

1. Effetti di flusso della redistribuzione di funzioni al fine di ridurre i flussi di persone e veicoli, oltre che per rispondere ad esigenze di imprese e popolazione.
2. Stime dei flussi e della riorganizzazione logistica con modellazione computazionale.
3. Stime della riduzione di *carbon footprint* a livello urbano e di micro-area.

3. III Traiettorie: sostenibilità ambientale e resilienza sistemica

Ciò che attualmente sta vivendo l'Umanità in conseguenza della pandemia da Covid-19 enfatizza al massimo livello di allarme due questioni di importanza essenziale per l'evoluzione del Pianeta Terra: la sostenibilità ambientale delle attività economico-produttive umane e la resilienza dei sistemi, così definita dalle National Academies USA: «the ability to prepare and plan for, absorb, recover from, and more successfully adapt to adverse events» (National Academies 2012, 16). Questa definizione è fatta esplicitamente propria da Acatech (Thoma 2014, 89): «A society can be described as resilient if it has the ability to defend itself against actual or potential adverse events, prepare and plan for them, cope with and recover from them and continuously improve its ability to adapt to them».

Lo sviluppo sostenibile richiede la trasformazione dell'economia a livello globale: «Sustainable development is not a destination, but a dynamic process of adaptation, learning and action. It is about recognizing, understanding and acting on interconnections – above all those between the economy, society and the natural environment» (UN 2012, 6) e «Achieving sustainability requires us to transform the global economy. Tinkering on the margins will not do the job» (UN 2012, 7).

Joan Copper dell'Università di Warwick, uno degli estensori del Rapporto Acatech (Thoma 2014) chiarisce che resilienza e sostenibilità non sono sinonimi, perché la seconda incorpora la prima, come risulta dall'ampia analisi svolta delle iniziative progettuali di resilienza a livello internazionale (Thoma 2014). Il concetto di sviluppo sostenibile è sempre quello definito dal famoso Rapporto Brundtland (1987) per le Nazioni Unite⁴, nel quale sono anche indicati principi, oltre che direttive e soluzioni a livello globale, che siano giuste, sostenibili dal punto di vista economico e ambientale. La resilienza ha d'altro canto tre proprietà fondamentali: persistenza, adattabilità e trasformabilità (Miller et al. 2010, 4).

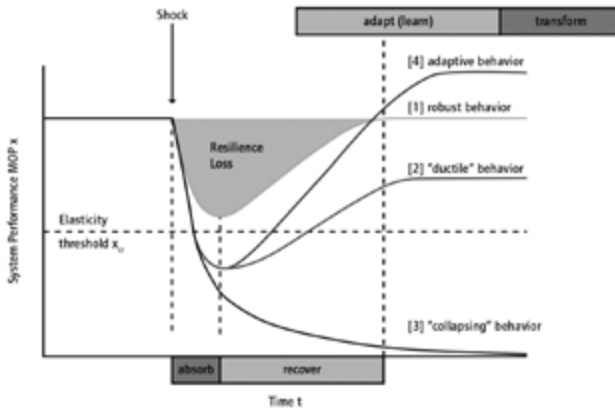
Dagli spunti di analisi e riflessione esposti si evince che in un mondo iperconnesso è necessario integrare in un solo sistema simbiotico gli aspetti tecnologici, legali, economici, politici e sociali (Thoma 2014, 51). In estrema sintesi, la prospettiva sistemica è essenziale, l'attenzione alla complessità derivante dalle interdipendenze è decisiva, insieme alla capacità adattativa come sostiene anche Edwards (2009, 18): «The capacity of an individual, community or system to adapt in order to sustain an acceptable level of function, structure and identity».

Un altro punto da mettere in rilievo è quello delle infrastrutture, alcune *failures* delle quali (Italia compresa) sono analizzate da Kröger (2011), a cui si deve una definizione più tecnica di resilienza, del tutto coerente con quella più generale prima riportata: «the ability of a system or a system-of-systems to resist/absorb initial adverse effects of a disruptive (shocking or creeping) internal or external event/force (stressor) and the time/speed at which it is able to return to an appropriate functionality/equilibrium» (in Thoma 2014, 68-69). Lo stesso

⁴ «Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs» (cap. 2.1, unformatted Report).

Kröger ha elaborato una rappresentazione grafica molto interessante del grado di resilienza di un Sistema rispetto ad uno shock (Fig. 1).

Alla luce della sintesi dei concetti basilari appena esposti, del tutto congruenti con quelli introdotti nei paragrafi iniziali, è da ritenere che la traiettoria della resilienza sistemica, declinata ad ogni livello, sia assunta come una delle priorità fondamentali delle politiche per l'innovazione, anche perché riassume in sé quasi tutti gli aspetti considerati finora.



Four essential patterns, (1) absorbing a shock without collapsing, (2) recovering from a shock to gain structure, functions and essential feedback loops again, (3) adapting through self-organization and learning, and (4) eventually transforming into a different system by altering structures, functions and feedback loops.

Figura 1 – Come rispondono a uno shock sistemi resilienti e non resilienti. [Fonte: Thoma 2014, 70]

Focus Area:

Risparmio energetico e riduzione delle emissioni di CO₂

Mission:

Risparmio energetico e riduzione di emissioni di CO₂

Attori:

Enti Pubblici

Famiglie

Grandi Imprese

Associazioni di cittadini

Organismi di quartiere

Società di progettazione

Indicatori:

1. Retrofitting energetico e bio-climatico di edifici pubblici e privati, aree residenziali.

2. Calcolo della riduzione del consumo di energia.
3. Stime della riduzione di *carbon footprint*.
4. Creazione e incremento di reti progettuali per ridurre l'impatto ambientale e aumentare la resilienza urbana.
5. Startup innovative multidisciplinari.

Focus Area:

Risparmio energetico e riduzione delle emissioni di CO₂

Mission:

Sviluppo di Entrepreneurial Discovery Process in ambito energetico

Attori:

Enti Pubblici

Famiglie

Grandi Imprese

Associazioni di cittadini

Organismi di quartiere

Società di progettazione

Indicatori:

1. Quantità di energia da rinnovabili prodotta autonomamente.
2. Numero di *microgrid* create in sotto-sistemi urbani e in Comunità Locali a varia scala territoriale.
3. Stime della riduzione di *carbon footprint*.
4. Startup innovative multidisciplinari per la creazione, gestione e manutenzione tramite piattaforme aperte.

Focus Area:

Risparmio energetico e riduzione delle emissioni di CO₂

Mission:

Rigenerazione aree industriali

Attori:

Enti Pubblici

Imprese

Partnership pubblico-privato

Reti di Imprese a varia scala

Indicatori:

1. Stime energetiche del *retrofitting* di edifici in aree industriali per il risparmio e la produzione di energia da rinnovabili e/o impiego della cogenerazione.
2. Stima della diminuzione dei costi per le imprese.

3. Calcolo degli investimenti in nuovi materiali (isolamento termico, assorbimento da solare ecc.).
4. Stime della riduzione di *carbon footprint* di area.

Focus Area:

Resilienza sistemica

Mission:

Integrazione di flussi informativi, Management della transizione sistemica

Attori:

Enti Pubblici

Istituzioni

Grandi Imprese

Centri di Ricerca

Enti Formativi di Alto Livello

Indicatori:

1. Creazione di modelli integrati di sistemi a varia scala: sotto-sistemi urbani, sistemi urbani, livello regionale.
2. Modelli computazionali delle reti di reti: idrauliche, elettriche, energetiche, informative.
3. Elaborazione di scenari evolutivi con simulazioni di *bottlenecks, failures* minori e sistemiche.
4. Previsione di implicazioni e costi di eventi 'catastrofici'.
5. Ipotesi di meccanismi per consentire assorbimenti degli shocks.

4. IV Traiettorie: Intelligence Analysis. Servizi ad alta intensità di conoscenza

Un'implicazione logica dell'analisi dell'evoluzione sistemica e complessa dello spazio informativo globale è la seguente: le attività non direttamente manipolative dei processi fisici assumono un'importanza decisiva, pur con una profonda asimmetria al loro interno. Da un lato avranno preminenza quelle a più alto contenuto di conoscenza, in quanto capaci di influenzare e controllare –entro certi limiti – i processi fisici, e dall'altro vi saranno attività a contenuti conoscitivi di natura prevalentemente operativa, cioè servizi tradizionali, che assumeranno un ruolo residuale, nonostante la loro grande estensione quantitativa (assistenza alla persona, mansioni esecutive in molti ambiti della vita socio-economica). Non è peraltro da escludere la permanenza di attività 'di nicchia' di significativa importanza funzionale (manutenzione e controllo di dispositivi meccanici, elettromeccanici, idraulici in molti settori produttivi, attività pratico manipolative). Non essendo questa la sede per un approfondimento della questione relativa alle asimmetrie, ci concentriamo sulla necessità, a livello individuale e collettivo, di input ad alta intensità di conoscenza. Un'attenzione precipua va assegnata allo sviluppo dell'*Intelligence Analysis* (Deloitte Insights 2019) e quindi delle attività

che richiedono input tecnico-scientifici interdisciplinari e trans-disciplinari per esplorare soluzioni innovative in merito ai problemi e alle sfide generate dalle traiettorie già indicate, cioè I4.0, intesa come digitalizzazione di processi e prodotti *multi-technology* e *multi knowledge-domain*, nonché lo sviluppo di tecnologie di IA da impiegare per la realizzazione di cooperazione tra umani e macchine, mediante *Human-Computer-Interaction* e *amplified intelligence*. In sostanza, la traiettoria ipotizzata consiste nella tendenza verso l'impiego di agenti artificiali che siano in accordo con finalità a beneficio dell'Umanità, potenziando le capacità interpretative degli esseri umani, senza sostituirsi ad essi. A tale scopo un'attenzione particolare deve essere prestata agli sviluppi e alle applicazioni delle reti neurali di ultima generazione (cfr. cap. 4, par. 5), il cui fine dovrebbe consistere nel rafforzare l'Umanità nello svolgere alcune funzioni: 1) estrarre e analizzare le informazioni da mezzi audiovisivi distribuiti a varia scala territoriale; 2) sviluppare l'automazione e il controllo dei processi lungo le sequenze economico-produttive e logistiche; 3) sostenere e rendere più affidabili processi decisionali di grande rilievo, per es. nel rispondere ad eventi catastrofici e quindi potenziare la resilienza sistemica; 4) incrementare la capacità previsiva circa l'evoluzione dei sistemi multi-scala tramite lo sviluppo al tempo stesso della cultura manageriale appropriata e l'impiego diffuso di *predictive analytics* per ogni tipologia di sistema. Nella traiettoria in questione diventa essenziale, infatti, la diffusione di cultura e tecniche di management dei sistemi complessi in modo pervasivo nelle organizzazioni di ogni tipo; 5) realizzare sistemi di *Augmented Reality* e *Virtual Reality* sia in tutti i processi di lavoro (ad es. per problemi di sicurezza e di controllo ambientale), sia nelle attività di fruizione dei beni artistici e culturali (mostre, Musei, sistemi urbani di pregio); 6) realizzare piattaforme e progetti per l'Economia Circolare seguendo gli approcci più consolidati: Circular Economy della Fondazione Ellen MacArthur Foundation, Cradle to Cradle, Blue Economy, Industrial Symbiosis.

Focus Area:

Sviluppi dell'Intelligenza Artificiale e della Human Computer Interaction

Focus Area:

Sviluppi dell'Intelligenza Artificiale e della Human Computer Interaction

Attori:

Enti Pubblici

Istituzioni

Enti Museali e Organismi preposti a beni artistici e archeologici

Centri di Ricerca

Imprese turistiche

Indicatori:

1. Numero di robot introdotti dalla 'robotica avanzata' in ambito industriale. Stima dei risultati qualitativi e quantitativi (riduzione pezzi difettosi, minori consumi energetici, controlli pervasivi di qualità, minori costi).

2. Augmented reality e Virtual Reality nella fruizione di beni artistici (musei) e paesaggistici (visite di aree urbane di pregio).
3. Riorganizzazione dei flussi turistici con finalità programmatiche e redistribuzione dei flussi con il risultato di una fruizione di più alto livello.
4. Previsione di implicazioni e costi di eventi ‘catastrofici’.
5. Ipotesi di meccanismi per consentire assorbimenti degli shocks.

5. V° Traiettorie: Sperimentazione clinica. Predictive Analytics e trattamenti sanitari. Outbreak Analytics (Polonsky et al. 2019)

Gli sviluppi dell’IA hanno generato impulsi notevoli in molti campi disciplinari delle *Life Sciences* e dei trattamenti clinici, per cui si aprono grandi potenzialità ai fini della prevenzione e la cura delle malattie, soprattutto grazie a nuovi strumenti di analisi predittiva di andamenti individuali e dinamiche collettive (epidemie, eventi atmosferici, episodi catastrofici).

Utilizziamo a fini puramente euristici la rappresentazione dei trend attuali e di quelli potenziali in campo sanitario, secondo proiezioni di Deloitte Insights (Figg. 2-3-4).

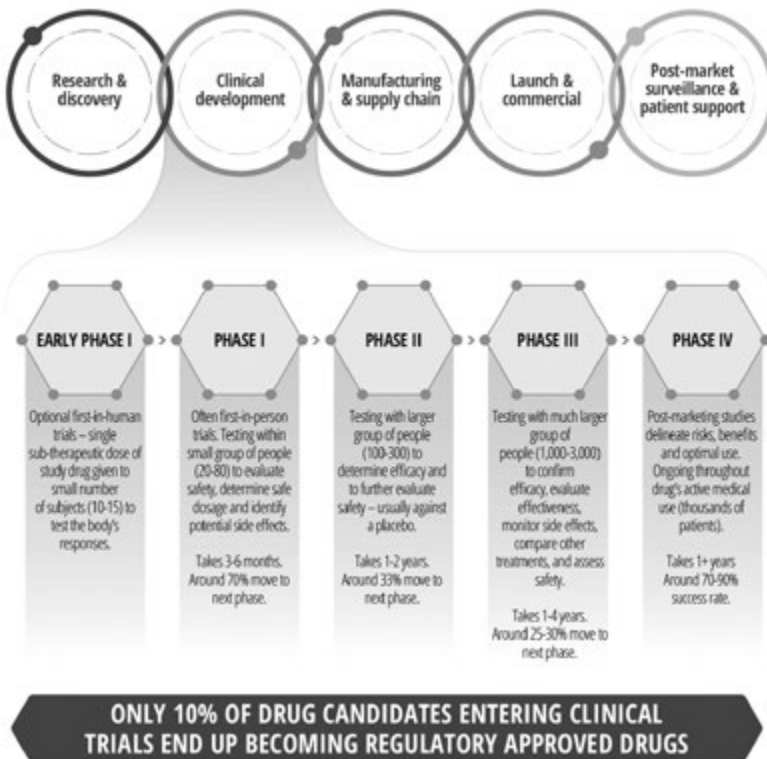


Figura 2 – L’approccio tradizionale allo sviluppo clinico è lungo e ha successo solo nel 10% dei casi. [Fonte: Deloitte Insights 2020, fig. 1]

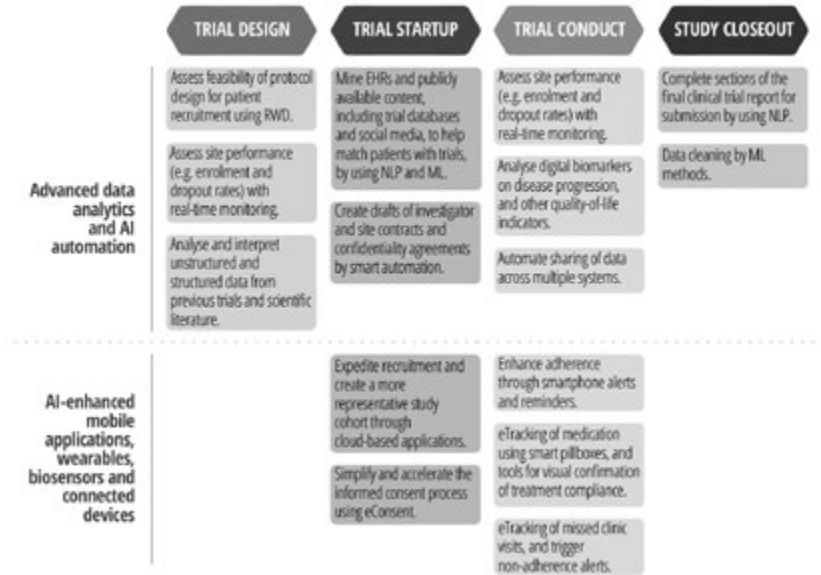


Figura 3 – Applicazioni dell’AI in campo sanitario. [Fonte: Deloitte Insights 2020, fig. 2]

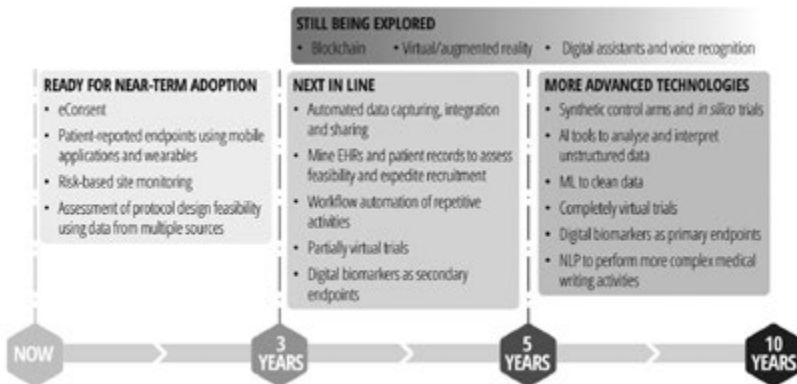


Figura 4 – Previsione dei tempi di adozione delle tecnologie AI. [Fonte: Deloitte Insights 2020, fig. 5]

Emerge uno scenario futuro ricco di input innovativi multi-disciplinari (bio-chimica, chimica, fisica, computer science, sociologia, *strategic thinking*), i quali risultano pienamente coerenti con gli spunti di riflessione che abbiamo cercato di sviluppare.

Focus Area:

Sviluppi dell'Intelligenza Artificiale e della Human Computer Interaction

Mission:

Applicazione dell'AI in ambito sanitario

Attori:

Istituzioni

Imprese Private

Centri di Ricerca

Associazioni del volontariato

Onlus

Indicatori di attività e di output:

1. Rete di Centri di Integrazione di flussi informativi da database.
2. Data Analytics.
3. Modelli previsivi dei trend sanitari emergenti nella popolazione umana e nel mondo animale
4. Screening periodico di malattie epidemiche.
6. Analisi sistematiche di sperimentazioni cliniche, specie se di frontiera.
7. Modelli epidemiologici.
8. Team di competenze multiple per elaborare visioni e strategiche di evoluzione sistemica.

6. VI Traiettorie: Bioeconomia, agro-alimentare

Bioeconomia

Nell'era della rarefazione delle risorse del Pianeta, dei cambiamenti climatici e di problemi nell'accesso al cibo per ampie fasce della popolazione mondiale, vi è un interesse sempre più forte degli studiosi per la Bioeconomia

ranging from the usage of mostly untapped feedstock (CO₂, waste, algae), optimized microorganisms, digitalization in farming, social innovations (urban gardening, collective agriculture, etc.). Bio-based innovations are not only relevant in high-tech sectors, but also in traditional segments, such as the provision of new materials in textiles (e.g. spider silk) or developing new protein alternatives in the food sectors (Wydra 2020, 1).

Naturalmente ai fini delle politiche per l'innovazione è importante comprendere bene quali attività sono incluse, al fine di poterle sottoporre a monitoraggio e misurazione abbastanza precisi. Wydra (2020) discute molti studi ed esperienze di politiche a livello internazionale, indicando il fatto che sono finora inserite nel concetto di bioeconomia solo attività che impiegano integralmente risorse derivanti da fonti biogeniche (es. biomassa), mentre sono escluse gli sviluppi di plastiche *bio-based* e biochimiche, con il risultato di non rendere gli indicatori del tutto precisi. Vi sono poi settori difficili da classificare come la carta e la cel-

lulosa. La varietà di definizioni porta ad includere una nutrita serie di comparti: agricoltura, alimentari, carta e cellulosa, input basati su risorse biogeniche nella chimica, plastiche. Gli indicatori impiegati sono quelli consueti: R&D, ricerca bibliometrica e analisi dei brevetti, risorse umane nella commercializzazione delle innovazioni (ovvero adozione e diffusione). Sulla base delle informazioni raccolte anche in altri studi sono individuate alcune traiettorie innovative: 1) sostituzione di combustibili fossili con materiali bio-based; 2) innovazioni che aumentano la produttività del settore primario; 3) nuovi e più efficienti impieghi di biomassa; 4) applicazioni di alto valore e minore impatto, ad esempio che riducano l'uso di sostanze tossiche.

La Bioeconomia è un insieme ad alto potenziale innovativo e può incidere in misura sostanziale all'interno dei processi finalizzati alla sostenibilità ambientale e alla resilienza sistemica. Per questi motivi è altamente auspicabile l'adozione di una definizione ampia e l'impiego di indicatori multipli, come avviene nella vasta letteratura analizzata in Wydra (2020).

Agro-alimentare

Nell'attuale contesto globale, interessato dalla pandemia da Covid-19, l'agro-alimentare diviene un ambito di rilevanza strategica e viene anch'esso a configurarsi come un insieme di sequenze di operazioni e task che interagiscono, si intersecano e sovrappongono. Particolare rilievo dunque assume la progettazione innovativa in molteplici forme (Galanakis et al. 2016): *open innovation* anche e soprattutto per le piccole e medie imprese, creazione di network per la sicurezza dei dati, la produzione e l'utilizzo di energia, l'introduzione di nuove emergenti tecnologie, l'impiego di un'ampia gamma di tecnologie che favoriscono la sostenibilità ambientale, sociale ed economica, lo sviluppo di *functional food*⁵, *la foodomics*⁶ (Picariello et al. 2012), che comprende una serie di discipline impiegate per valutare la composizione, gli effetti dell'applicazione di biotecnologie, l'impatto sui modelli di consumo e sulla popolazione, come si vede in figura 5.

Questa gamma di potenzialità tecnologiche potrebbe ulteriormente contribuire alla valorizzazione dell'enorme varietà e alto livello qualitativo delle produzioni regionali, esaltandone le proprietà e rafforzandone la proiezione sui mercati con strumenti di certificazione e controllo delle filiere non solo di mar-

⁵ «A food can be regarded as “functional” if it is satisfactorily demonstrated to affect beneficially one or more target functions in the body, beyond adequate nutritional effects, in a way that is relevant to either an improved state of health and well-being and/or reduction of risk of disease» (Ashwell 2002, 5).

⁶ «the recently born “foodomics” is to be intended as a global perspective of knowledge about foods, which covers the assessment of their composition, the effects of (bio)technological processes for their production, their modifications over time and the impact that food consumption has on human health. Food proteomics and metabolomics, along with their derived “omic” branches such as peptidomics, lipidomics and glycomics, are still evolving technologies capable of tackling the nature and the transformations of foods» (Picariello et al. 2012, 286).

chi noti, ma anche e soprattutto di microfilere di piccole e medie imprese locali mediante nuove tecnologie (Blockchain, piattaforme dedicate) e input manageriali innovativi (startup, unità di comunicazione specializzate nei nuovi media). Ciò potrebbe avvenire mediante strategie congiunte pubblico-privato.

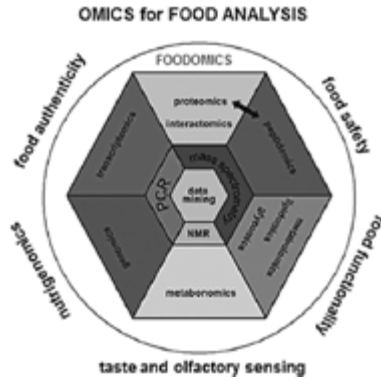


Figura 5 – Integrazione tra campi disciplinari ('omics') in grado di rappresentare gusto, olfatto e altre proprietà essenziali del cibo. [Fonte: Picariello et al. 2012, fig. 1]

È superfluo, ma doveroso, sottolineare la stretta correlazione tra questo tipo di iniziative strategiche e il *water-energy-food nexus*, a cui si aggiunge anche la razionalizzazione in termini di efficienza e sostenibilità dell'infrastruttura logistica, sulla quale va sviluppata una progettazione innovativa di alto livello qualitativo.

Focus Area:

Bioeconomia, Nuove tecnologie in agricoltura

Mission:

Sviluppo e diffusione, di attività con risorse da fonti biogeniche

Attori:

Piccole imprese private

Società cooperative e Associazioni tra Comuni rurali

Centri di Ricerca

Imprese

Indicatori:

1. Sostituzione di combustibili fossili con input *bio-based*.
2. Incrementi nella produzione nel consumo di *functional foods*.
3. Incrementi degli investimenti in *foodomics*.
4. Riduzione dell'uso di sostanze nocive per la salute umana e diffusione di tecniche di coltivazione *nature-oriented*.

Focus Area:
Agro-alimentare

Mission:
Nuove tecnologie nella produzione e diffusione di prodotti agricoli

Attori:
Enti pubblici
Istituzioni
Piccole imprese e cooperative agricole
Negozi di prossimità
Centri di Ricerca
Imprese agri-turistiche e turistiche
Unità Terziarie

Indicatori:

1. Riduzione nell'uso combustibili fossili.
2. Incrementi di produttività dopo l'introduzione di strumenti e metodi per l'agricoltura di precisione.
3. Riduzione dell'uso di sostanze nocive per la salute umana e diffusione di tecniche di coltivazione *nature-oriented*.
4. Piattaforme per la valorizzazione di output da micro-filiere e la certificazione dei prodotti (per es. mediante blockchain).
5. Variazioni di fatturato.
6. Numerosità delle micro-filiere aderenti.

Bibliografia

- Ashwell, M. 2002. *Concepts of functional food*. ILSI (International Life Science Institute) Europe Concise Monograph Series 1-40.
- Bresnahan, T., e M. Trajtenberg. 1995. "General purpose technologies 'Engines of growth?'" *Journal of Econometrics* 65 (1): 83-108.
- Bruntland, G.H. 1987. "Report of the World Commission on Environment and Development: our Common Future." <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>> (2021-10-03).
- Courtney, H.G., Kirkland, J., e S.P. Viguerie. 2000. *Strategy under uncertainty*. MGI.
- Deloitte Insights. 2019. *Future-of-intelligence analysis* <https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/6306_future-of-intel-analysis/DI_Future-of-intel-analysis.pdf> (2021-10-03).
- Deloitte Insights. 2020. "Intelligent clinical trials Transforming through AI-enabled engagement." <https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/22934_intelligent-clinical-trials/DI_Intelligent-clinical-trials.pdf> (2021-10-03).
- Edwards, C. 2009. *Resilient Nation*. London: Demos.
- Foray, D. 2018. "Smart specialization strategies as a case of mission-oriented policy – a case study on the emergence of new policy practices." *Industrial and Corporate Change* 27 (5): 817-32.

- Galanakis, C.M. (ed.). 2016. *Innovation Strategies in the Food Industry. Tools for Implementation*. Amsterdam: Elsevier.
- Geisberger, E., e M. Broy. 2015. *Living in a networked world. Integrated research agenda. Cyber-Physical Systems*. Acatech, German National Academy of Sciences Leopoldina.
- Gómez Prieto, J., Demblans, A., Palazuelos, e M. Martínez. 2019. *Smart Specialisation in the world, an EU policy approach helping to discover innovation globally*. EUR29773 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Hausmann, R. 2008. "The Other Hand: High Bandwidth Development Policy." Center for International Development at Harvard University <<http://www.tinyurl.com/y5oh7ped>> (2021-10-03).
- Kröger, W. 2011. "An Overview of Swiss Research on Vulnerability of Critical Infrastructure" In *European perspectives on security research*, hrsg. K.Thoma: 67-79. Berlin: Springer Verlag.
- Kuznetsov, Y. e C. Sabel. 2011. "New Open Economy Industrial Policy: Making Choices without Picking Winners." The World Bank, PREM Notes Economic Policy 161, September.
- Jovanovic, B., e P.L. Rousseau. 2005. "General purpose technologies." In *Handbook of Economic Growth*, edited by P. Aghion, S. Durlauf: 1182-224. Amsterdam: Elsevier.
- Lipse, R.G., Carlaw K., e C. Bekar. 2005. *Economic Transformations: General Purpose Technologies and long-term economic growth*. Oxford: Oxford University Press.
- Lombardi, M. 2017. *Fabbrica 4.0: I Processi innovativi nel multiverso fisico-digitale*. Firenze: Firenze University Press.
- Lombardi, M., e M. Macchi. 2016. *I processi decisionali. Ricerca e innovazione per l'esplorazione dell'ignoto*. Firenze: Nerbini.
- Marinelli, E., e I. Parianez Forte. 2017. "Smart Specialisation at work: The entrepreneurial discovery as a continuous process" *JRC Technical Reports*, S3 Working Paper Series n. 12.
- MGI. 2019. "Navigating a World of Disruption." January 2019.
- Miller, F. et al. 2010. "Resilience and vulnerability: complementary or conflicting concepts?" *Ecology and Society* 15 (3): 11 <<http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art11>> (2021-10-03).
- National Academies. 2012. *Disaster Resilience: A National Imperative*. Washington: National Academy Press.
- Olsson, O. 2000. "Knowledge as a Set in Idea Space: An Epistemological View on Growth." *Journal of Economic Growth* 5: 253-75.
- Olsson, O. 2005. "Technological Opportunity and Growth." *Journal of Economic Growth* 10: 35-57.
- Picariello, G. et al. 2012. "MS-Based 'Omics' in Food Technology and Biotechnology." *Food Technology Biotechnology* 50 (3): 286-305.
- Polonsky, J.A. et al. 2019. "Outbreak analytics: a developing data science for informing the science for informing the response to emerging pathogens." *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 374: 20180276.
- Thoma, K. 2014. *Resilience-Tech Project "Resilience by Design": a strategy for the technology issues of the future*. Acatech Study, April.
- UN. 2012. *United Nations Secretary-General's High-level Panel on Global Sustainability. Resilient People, Resilient Planet: A future worth choosing*, New York: United Nation.
- Wydra, S. 2020. "Measuring innovation in the bio-economy – Conceptual discussion and empirical experiences." *Technology in Society* 61: 101242.