

## La ricerca di uno schema concettuale e di una metodologia appropriati per affrontare le sfide generate dalla dinamica tecno-economica

### 1. Modelli di concettualizzazione (*frames*) dell'innovazione

Gli approcci alle politiche nel corso del XX secolo e nei primi anni del XXI sono numerosi. Sarebbe quindi riduttivo limitarsi solo a due versanti opposti delle visioni teoriche ed empiriche, cioè il liberismo e l'evocazione sistematica delle 'libere forze di mercato' da un lato, e dall'altro l'intervento pubblico, motivato nelle forme più disparate (keynesismo, 'fallimento del mercato', necessità strategiche, e così via). Sembra allora molto utile adottare lo schema proposto da Schot e Steinmueller (2018) nel ricostruire le politiche per la Science, Technology and Innovation (STI) per il seguente motivo: i due autori indicano le ragioni, attinenti al contesto storico, che hanno portato all'elaborazione di tre successivi *frames*, ciascuno dei quali offre un particolare modello di concettualizzazione dell'innovazione, quindi degli orientamenti che ispirano gli attori e le azioni da intraprendere in relazione al contesto di riferimento.

#### Frame 1: Modello lineare d'innovazione

Il primo *frame* prevale nel periodo post-bellico, in cui si afferma la centralità del connubio tra ricerca scientifica e innovazione ai fini dello sviluppo dell'industria nelle economie più avanzate. Seguendo queste coordinate il finanziamento della Ricerca Scientifica è talvolta compito delle Istituzioni (imprese pubbliche nel caso italiano), mentre nel mondo occidentale il finanziamento della seconda è per lo più demandato alle imprese private. Argomentazioni teoriche, come

Mauro Lombardi, University of Florence, Italy, mauro.lombardi@unifi.it, 0000-0002-3234-7039

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup\_best\_practice)

Mauro Lombardi, *La ricerca di uno schema concettuale e di una metodologia appropriati per affrontare le sfide generate dalla dinamica tecno-economica*, pp. 89-111, © 2021 Author(s), CC BY 4.0 International, DOI 10.36253/978-88-5518-310-9.07, in Mauro Lombardi, *Transizione ecologica e universo fisico-cibernetico. Soggetti, strategie, lavoro*, © 2021 Author(s), content CC BY 4.0 International, metadata CC0 1.0 Universal, published by Firenze University Press ([www.fupress.com](http://www.fupress.com)), ISSN 2704-5919 (online), ISBN 978-88-5518-310-9 (PDF), DOI 10.36253/978-88-5518-310-9

quelle addotte da Nelson (1959) e Arrow (1962), motivano la scelta basandosi sul fatto che gli incentivi del mercato non favoriscono l'investimento privato in ricerca scientifica, i cui esiti sono incerti e scarsamente appropriabili, nonostante l'attività di brevettazione, mentre i vantaggi sono di norma al di sotto dei costi.

I decenni immediatamente post-bellici sono caratterizzati dalla competizione tra blocchi geo-politici e militari, quindi le leadership politiche hanno solide motivazioni per politiche *mission-oriented*. Alla luce di queste premesse si realizza una vera e propria divisione del lavoro: la ricerca scientifica, i cui esiti costituiscono un bene pubblico, ha come obiettivo il progresso della conoscenza, mentre l'esplicazione innovativa delle scoperte deve essere affidata all'iniziativa privata. In questo modo sviluppo scientifico e progresso economico, occupazione e ricchezza nazionale sembrano avanzare di pari passo, soprattutto nella sfera occidentale e meno nel cosiddetto 'Terzo Mondo', oltre che nei Paesi del Blocco Orientale. È chiaro che il Frame 1 è basato su alcune assunzioni fondamentali, più o meno esplicitate: 1) abbondanza o illimitata disponibilità delle risorse naturali; 2) radicata convinzione della stretta correlazione tra interesse privato e interesse collettivo ai fini del benessere delle popolazioni; 3) possibilità di una crescita ininterrotta, priva di crisi e problemi strutturali; 4) scarsa considerazione per l'impatto negativo (inquinamento, nocività ecc.) delle attività industriali, eseguite senza accurati controlli multi-dimensionali degli output.

Dagli inizi degli anni '70 in poi emergono aspetti e questioni che colpiscono ciascuna di queste assunzioni e sono tali da portare negli anni successivi al Frame 2, definito da Schot e Steinmueller. La crisi petrolifera dei primi anni e quella della fine del decennio '70, insieme al Libro del Club di Roma (Meadows et al. 1972) costituiscono una sorta di spartiacque verso un cambiamento di paradigma, reso necessario da un contesto che presenta aspetti critici inattesi. Viene innanzitutto gradualmente meno la fiducia nel 'modello lineare' della dinamica innovativa (dalla ricerca scientifica all'utilizzazione commerciale), perché essi si realizzano in forme molto differenti, a seconda delle aree continentali, dei Paesi e dei micro-contesti in cui gli attori (pubblici e privati) pensano e operano.

## Frame 2: Sistemi Nazionali d'Innovazione

Il secondo frame pone al centro dell'analisi e delle proposte di policy le interrelazioni sistemiche e multidimensionali (politiche, culturali, istituzionali, socio-economiche), che conferiscono specificità ai vari contesti e quindi determinano l'eterogeneità dei processi d'innovazione e la vischiosità nella ricezione delle innovazioni. Il Frame 2 non è in completa antitesi rispetto al precedente, anzi rafforza la consapevolezza dell'importanza di perseguire priorità strategiche in termini di prestigio e potenza nazionale. Cambia profondamente, però, il modello con cui si definisce il ruolo degli attori (Gibbons et al. 1994, 5-8).

1) *Superamento del modello lineare*, perché assume importanza sempre maggiore l'esistenza di continui feedback tra ricerca teorica e applicata. Nel modello precedente erano le traiettorie di ricerca scientifica predeterminate e i limiti disciplinari a guidare la produzione di conoscenza, a cui seguiva la scoperta di partico-

lari applicazioni innovative. In quello che Gibbons et al. (1994) chiamano *Mode 2* sono le interazioni tra una molteplicità di attori-industria-mercati-mondo della ricerca a innescare processi dinamici complessi, alimentati dalle interdipendenze.

2) *Trans-disciplinarità*, ovvero l'adozione di un comune framework di riferimento da parte di più discipline, che lavorano su temi diversi. In sostanza si tratta della cooperazione interdisciplinare nella risoluzione dei problemi posti dall'evoluzione delle società. Le attività di problem solving trascendono i limiti tradizionali dei domini conoscitivi per rispondere alle esigenze che scaturiscono dalla dinamica socio-economica.

3) *Eterogeneità e diversità nella composizione dei team* che lavorano alla risoluzione dei problemi, auto-organizzandosi in base al convergere delle competenze sulle sfide da affrontare. Grandi imprese, realtà medio-piccole, multinazionali, Centri di ricerca, Università, Laboratori e Istituti costituiscono reti progettuali, formalizzate e informali, in modo da acquisire flessibilità e adattabilità rispetto a questioni irrisolte nell'evoluzione economico-produttiva.

4) *Responsabilità sociale e sensitività globale* rispetto alle implicazioni potenziali del produrre nuove conoscenze. Intendiamo riferirci al fatto che dagli anni '70 in poi sorgono interrogativi sempre più pressanti circa l'impatto non solo positivo della ricerca tecnico-scientifica, ma anche sulle ripercussioni negative di medio-lungo termine sull'ambiente e sulle condizioni di vita delle popolazioni. La considerazione di quest'ultimo aspetto è stata a dire il vero imposta anche dall'esplosione di grandi disastri a livello internazionale<sup>1</sup>. Le società nel loro insieme e gli individui, impegnati o meno in movimenti ambientalisti, sono spinti a porre interrogativi sul senso e sulle finalità generali delle attività umane: l'agenda non è più dettata solo da centri decisionali di alto livello e quindi automaticamente seguita, perché il diffondersi dell'esigenza di consapevolezza degli obiettivi perseguiti e degli esiti ultimi del proprio lavoro induce Istituzioni, imprese e ricercatori a prendere in considerazione finalità che vanno ben oltre gli scopi della mera profittabilità. Tutto questo ovviamente non azzerava il fatto che molte attività di ricerca tecnico-scientifica e produttiva si svolgano secondo le modalità del Frame 1. È però rilevante il dato che crescano nel sistema socio-economico spinte endogene a porre interrogativi di fondo e a non accettare pedissequamente direttrici di marcia non discusse pubblicamente.

5) *Controllo di qualità*. La valutazione degli output innovativi, così come il lavoro dei team indicati, non si basa più essenzialmente sull'esame da parte di gruppi di esperti che condividono scopi e direttrici disciplinari. In realtà, oltre ai criteri di similarità intellettuale, sono fin dall'inizio posti nuovi interrogativi sulle finalità dell'attività di ricerca: la soluzione, se trovata, risponde alla domanda: «È remunerativa sotto il profilo dei costi, ma è socialmente accettabile?». In breve, alla mono-disciplinarità dei criteri di valutazione subentra la plurali-

<sup>1</sup> Inquinamento da petrolio nel Golfo del Messico, Bophal, ondata di cianuro lunga 50 km nel Danubio, Chernobyl, incendio della superpetroliera Haven nel Golfo Ligure, Isole delle Maldive e Kiribata sommerse in conseguenza del cambiamento climatico, e molte altre.

tà degli interessi coinvolti e la riflessione sulle conseguenze economico-sociali, quindi anche quelle ambientali.

Come si vede il Frame 2 amplia e non sostituisce completamente i temi e i quesiti del Frame 1, arricchendo particolarmente la platea degli attori coinvolti, come nel modello della 'Triple Helix' (Etzkowitz e Leydesdorff 1997; Etzkowitz 2008), ovvero strutture interattive stabili tra governo, imprese e mondo della ricerca (Università, Centri specializzati).

Sono note e molto discusse le iniziative di *innovation policy* intraprese seguendo questo paradigma. Il panorama è abbastanza definito: 1) creazione di *technopolis* e aree tecnologiche incentrate su *technology-based firms*, sia in Italia che all'estero, mediante accordi con imprese global leader; 2) svolgimento di *foresight* tecnologico, unitamente a programmi di formazione universitari e para-universitari, orientati ad ottenere un'offerta di lavoro in grado di aiutare le imprese ad assorbire nuove informazioni e conoscenze. Il logico corollario di tutto questo è il grande rilievo assunto dai progetti di trasferimento tecnologico dalle Università e dai Centri di Ricerca teorica e applicata. La presidenza Obama negli USA si è particolarmente impegnata nell'istituire National Institutes a compartecipazione pubblica-privata sul modello dei tedeschi Fraunhofer e Max Planck Institute. In una prospettiva convergente di intervento si colloca il documento strategico congiunto di due organizzazioni, VDI – The Association of German Engineers – e ASME – American Society of Mechanical Engineers –, per la formazione di lavoratori con skills e competenze appropriati per l'industria manifatturiera del futuro (Gehrke 2015). Da queste e molte altre iniziative, attuate in molti Paesi (Inghilterra, Francia, Giappone, Corea, Cina) si evincono i motivi per cui nei decenni successivi si sia innescato un processo con le seguenti caratteristiche: 1) ampliamento dell'insieme degli attori coinvolti nelle dinamiche innovative (*stakeholders*); 2) riaffermazione dell'importanza di investimenti in R&S e soprattutto tentativi di ridefinirne le finalità con piani più efficaci di disseminazione conoscitiva; 3) maggiore apertura nel delineare le scelte e quindi attenzione a fenomeni di esclusione sociale e tecnica.

Queste sono ovviamente le tendenze generali, che hanno poi assunto forme peculiari a seconda delle realtà nazionali di riferimento, allorquando hanno agito – condizionandone l'evoluzione – fattori geopolitici, culturali, politici, istituzionali, etico-morali. Con questa ultima locuzione si intende sostenere che gli atteggiamenti valoriali delle popolazioni e delle specifiche 'sfere del business', oltre alle peculiarità dei processi formativi, possono aver influenzato in modo decisivo la capacità di assimilazione e rielaborazione, *assimilation and accommodation*, per usare lo schema piagetiano di evoluzione dei processi cognitivi (Piaget 1970). Il quadro diviene ancora più complesso introducendo l'aspetto, molto rilevante, del condizionamento pervasivo che la cultura manageriale, prevalente in aree geografiche, può esercitare sul funzionamento e l'evoluzione delle istituzioni più importanti. Questo discorso acquista un significativo rilievo nello scenario dei processi innovativi che si sono sviluppati negli ultimi decenni del XX secolo, quando è intervenuto un meccanismo propulsore capace di modificare radicalmente l'orizzonte evolutivo dell'Umanità a molti livelli. Per tratta-

re questa discontinuità esponiamo in primo luogo gli elementi caratterizzanti il Frame 3, descritto da Schot e Steinmueller.

### Frame 3: Evoluzione dei sistemi socio-tecnici

Dalla fine del secolo scorso e nei primi due decenni del XXI il quadro della riflessione teorica e politica è stato contraddistinto da una crescente attenzione verso emergenze non confinate a singoli Paesi e concernenti problemi energetici e ambientali. È emersa progressivamente la consapevolezza, a dire il vero ancora non del tutto unanime, che il modello di produzione e consumo delle società più avanzate stia andando incontro a limiti di sostenibilità, le cui implicazioni coinvolgono l'intero Pianeta Terra. L'irreversibilità sempre più probabile degli effetti della dinamica tecno-economica in atto è sistematizzata nell'espressione 'Antropocene' (vedi cap. 2, par. 1)<sup>2</sup>.

Siamo entrati nell'Antropocene proprio quando, a partire dalla metà del XX secolo, vi è stato un incremento eccezionale della dinamica tecno-economica, dovuto all'aumento esponenziale della potenza computazionale a disposizione di tutti gli attori, alla diffusione di Internet e, nello spazio informativo globale che ne è derivato, al formarsi di *hyperstructures* (Baas 2009, 2012, 2015) informative ed economico-produttive, cioè strutture reticolari, gerarchiche, molto dinamiche e pervasive, come gli algoritmi di elaborazione delle informazioni, creati e diffusi ovunque. In altri termini, le *hyperstructures* sono la forma emergente di processi di auto-organizzazione, alimentati e sostenuti da feedback in parte spontanei ed in parte innescati o diretti secondo strategie basate su interessi convergenti (Lombardi 2019a). In questo orizzonte senza confini, che rappresenta quasi plasticamente l'evoluzione degli *Endless Horizons* di Vannevar Bush (1946, cap. 2 *As We May Think*), la crescita di flussi globali di persone, merci e informazioni ha generato dinamiche di auto-organizzazione dei flussi, sulla base di strategie che hanno progressivamente eroso componenti importanti del potere degli Stati nazionali in termini di fisco, normative anti-monopolistiche, influenze politico-culturali e orientamenti dei processi decisionali pubblici e privati<sup>3</sup>. Nel frattempo si sono prodotte rilevanti asimmetrie di reddito e di potere tra Paesi e anche al loro stesso interno, in un quadro di disuguaglianze cognitive e sociali, unite ad un ampliamento delle fasce di povertà sia nei Paesi avanzati che nelle aree meno sviluppate del mondo<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Secondo l'IPCC (2019, 52) il termine significa «acknowledging profound, differential but increasingly geologically significant human influences on the Earth system as a whole. This framing also emphasises the global interconnectivity of past, present and future human-environment relations». Si veda anche Ehlers e Kraft (2006).

<sup>3</sup> Sulla formazione e il consolidamento dei *Techno-Giants* (Google, Amazon, Facebook, Apple) si veda Petit (2016). Per posizioni critiche sul funzionamento di Internet e sul modo in cui si influenzano i processi decisionali si veda Morozov (2016, 2019).

<sup>4</sup> Su questi temi si vedano Kurz (2017), Lagarde (2014, 2018), Lazonick, (2014), Lombardi (2019b).

Il quadro finora descritto, che viene approfondito ulteriormente nel prossimo paragrafo, ha spinto una serie di studiosi e Organismi Internazionali (Geels et al. 2017; Gault 2010; Markard et al. 2012; Steward 2012; OECD 2015) ad adottare il Frame 3, basato sul concetto di transizione dei sistemi socio-tecnici e sintetizzato con l'espressione «transformative change» (Schot e Steinmueler 2018). Il Frame 3 in realtà sussume alcuni elementi fondamentali dei precedenti, ma amplia e approfondisce l'analisi sistemica, estendendola a livello globale alla luce di grandi sfide, che si ergono di fronte all'Umanità.

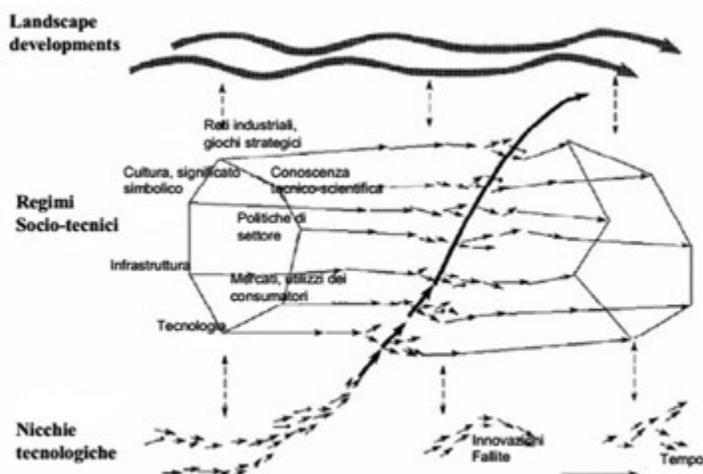
Dall'analisi svolta finora è possibile trarre alcune indicazioni di natura teorica e metodologica in merito alle politiche per l'innovazione.

Prenderemo in esame innanzitutto lo schema concettuale ritenuto più appropriato per l'analisi a fondamento delle elaborazioni strategico-politiche. Il contesto odierno richiede necessariamente un *approccio sistemico*, di cui una delle implicazioni più importanti si manifesta nella presenza di interdipendenze e interazioni tra processi e attori di varia natura, donde possono scaturire esiti imprevedibili. Il mondo che poteva essere interpretato con modelli lineari è superato dall'esistenza di dinamiche non lineari e diffuse interdipendenze, da cui derivano complessità e incertezza, due proprietà ineliminabili di uno spazio planetario contraddistinto da quella che, come vedremo tra poco, Zbigniew Brzezinski ha chiamato «compressione del tempo e dello spazio». Il secondo aspetto da tenere presente è che non linearità e complessità sono caratteristiche degli odierni processi multi-scala, che si sviluppano a livello globale. Ciò comporta che i problemi e le sfide emergenti sono al tempo stesso multidimensionali e multi-scala, il che complica estremamente le potenzialità di management degli itinerari di ricerca per la loro soluzione. È doveroso chiarire un punto: multidimensionalità significa che fenomeni, eventi e processi investono, per di più a ritmi differenti, molte dimensioni dell'agire umano, coinvolgendo una molteplicità di sfere nell'ambito delle società in tutto il mondo. Il concetto di *sistema socio-tecnico* è uno strumento fondamentale per comprendere l'evoluzione delle società odierne, perché esso indica «the interlinked mix of technologies, infrastructures, organizations, markets, regulations, and user practices that together deliver societal functions such as personal mobility» (Geels et al. 2017, 1242).

La dinamica complessa e multidimensionale delle ondate innovative è ben sintetizzata dalla figura 1, dove è rappresentato l'insieme delle forze e dei fattori endogeni ed esogeni che portano alla diffusione di una più tecnologie convergenti e alla successione di tra di esse.

I sistemi socio-tecnici sono connessi alle configurazioni tecnico-scientifiche, che derivano dall'affermarsi di un set di regole costitutive del modello mentale con cui si concettualizzano i problemi, le soluzioni e l'organizzazione sociale che su di esse si consolida. Il set di regole è definito *regime tecnologico*: «A technological regime is the rule-set or grammar embedded in a complex of engineering practices, production process technologies, product characteristics, skills and procedures, ways of handling relevant artefacts and persons, ways of defining problems; all of them embedded in institutions and infrastructures» (Rip e Kemp 1998, 338). La nozione di regime, che Rip (1995, 429, nota 9) riprende

da studi di sociologia e politologia, indica un sistema socio-cognitivo di regole, in quanto le tecnologie non si affermano per motivi puramente tecnico-scientifici, ma occorre che concorrano micro- meso- e macro allineamenti (Rip 1995, 425) di processi e fattori sociali, giuridici, istituzionali, culturali, come viene esplicitato appunto nella figura 1.



Graf. 2 adattamenti da Geels, 2002, Fig. 5

Figura 1 – Prospettiva multi-livello delle transizioni socio-tecniche. [Adattamento da Geels 2020: Fig. 1]

## 2. La ricerca di un nuovo frame concettuale

Lo scenario che si sta sviluppando da alcuni anni presenta le peculiarità analizzate da studi finalizzati a delineare strategie efficaci per realizzare percorsi di *smart specialisation* e di transizione energetica e ambientale. La complessità dei processi in atto è sottolineata da Hausmann (2008), Foray (2018), Kuznetsov e Sabel (2011), che mettono anche l'accento sull'importanza del *setting priorities*. Riteniamo opportuno enfatizzare che tali priorità debbono avere una valenza strategica ed essere congruenti con processi tecnico-scientifici ed economico-produttivi che evolvono incessantemente. Siamo in presenza di dinamiche multi-scala con cui confrontarsi mediante disegni strategici, elaborati in una realtà stratificata e in continuo divenire. In altre parole, le strategie devono essere aperte perché vanno commisurate a spazi decisionali mutevoli a vari livelli. Conseguentemente esse non possono assumere una configurazione definita una volta per tutte e immutabile, ma sono necessarie flessibilità e apertura (Foray 2018, 821). Occorre al tempo stesso mettere in evidenza un aspetto decisivo: la natura multi-scala e complessa della dinamica tecno-economica implica la par-

tecipazione di una molteplicità di attori all'elaborazione strategica, che non può essere incentrata solo sulla crescita, ma deve assumere una serie di obiettivi, tra i quali soprattutto quello di realizzare una congruenza dinamica e sostenibile per le società e il Pianeta.

Alla luce di quanto descritto finora vi sono questioni/sfide generali (Wanzenböck et al. 2010), da affrontare sulla base di impulsi capaci di generare intelligenza collettiva (Saunders e Mulgan 2017, 5):

Collective Intelligence is a new term to describe something which is in some respects old, but in other respects changing dramatically thanks to advances in digital technologies. It refers to the ability of large groups – a community, region, city or nation – to think and act intelligently in a way that amounts to more than the sum of their parts. This kind of intelligence depends on many things (Fig. 2).

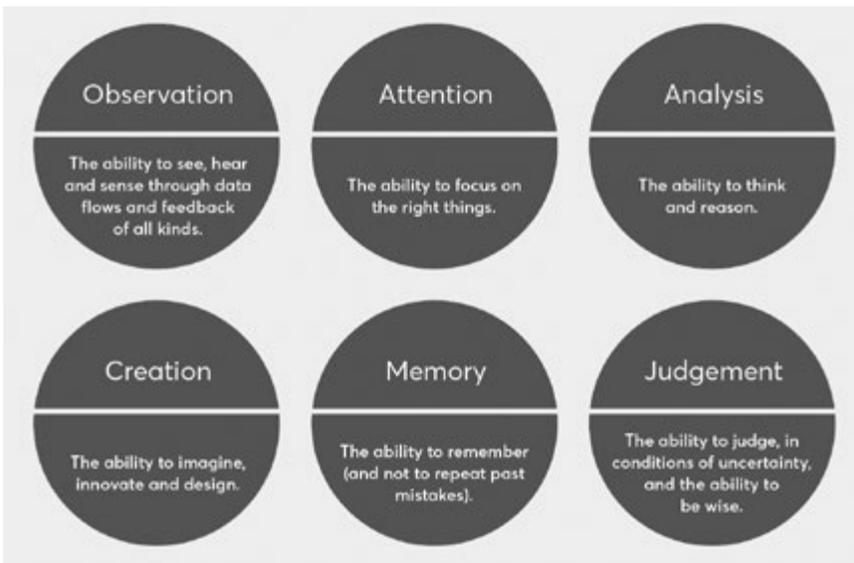


Figura 2 – Molteplicità di fattori che influenzano l'intelligenza collettiva. [Fonte: Saunders e Mulgan 2017]

Abbiamo finora delineato una serie di elementi: spazio informativo globale in continua espansione, dinamica tecno-economica multi-scala e in continuo divenire, spazio decisionale complesso, molteplicità di attori coinvolti a molti livelli, necessità di *priority-setting*, strategie aperte e flessibili. Cerchiamo allora di precisare ulteriormente uno schema concettuale appropriato, sulla base del quale trattare la questione degli strumenti di misura e delle modalità di valutazione.

Attualmente, alla luce di quanto esposto nelle pagine precedenti, nello spazio informativo globale emergono *system-wide patterns*, perché componenti

separate possono allinearsi e avviare meccanismi di feedback ripetuti, che si rafforzano reciprocamente e sono tali da portare all'auto-organizzazione multi-scala, tendenzialmente globale, come è evidente nel caso dei *Techno-Giants* (cfr. nota 3). Queste vere e proprie meta-organizzazioni possono assorbire e/o controllare sotto-insiemi di altre componenti/funzioni, proprio come accade nelle configurazioni che stanno ora assumendo Amazon e Google, le quali diventano sempre più meccanismi per il coordinamento globalizzato di flussi di materiali e informazioni.

È ai nostri fini rilevante la tendenza all'emergere di spinte verso l'auto-organizzazione e al consolidamento dei flussi verso l'operatività di *hyperstructures* del tutto simili a quelle analizzate da Baas. Siamo quindi in presenza di un grande cambiamento della *tipologia* degli attori e della loro *topologia*, ovvero della loro configurazione a network variabili, che possono assumere all'interno di una dinamica tecno-economica così profonda ed estesa.

Abbiamo così definito un preciso *schema concettuale*, utile a rappresentare alcune componenti essenziali dell'odierno scenario globalizzato:

1. sistemi socio-tecnici;
2. processi multi-scala, non lineari e complessi;
3. sistemi complessi adattativi;
4. emergenza di *hyperstructures* a topologia variabile;
5. *transformative change*.

Questo frame generale va applicato in relazione a due ambiti di riferimento strategico ed operativo:

- i contesti nazionali/locali, che tendono a diventare sotto-insiemi delle *hyperstructures*;
- le sfide globali emergenti nella dinamica generale.

Su questa base traiamo due indicazioni metodologiche, relative a quali fenomeni e processi indagare, cioè l'evoluzione dei sotto-insiemi di riferimento per le politiche d'innovazione e i problemi che la stessa dinamica genera incessantemente. Bisogna a questo riguardo riprendere un aspetto interessante dell'analisi di Rip, precedentemente riportata: la necessità che si realizzino micro- meso- e macro allineamenti tra processi e molteplici fattori, specialmente durante i periodi di profonda trasformazione strutturale.

Si pone in sostanza un problema di dotarsi di «Framework Programs That Help Scale up Microchanges to the Macro Level: the gap between micro innovations and improvements in macro conditions» (Kuznetsov e Sabel 2011, 5). Come abbiamo già visto, la transizione tecno-economica si alimenta continuamente con disegni strategici e iniziative sia *bottom up* che *top-down* (*global player, hyperstructures*, sviluppo tecnico-scientifico), che vanno coordinati in modo che siano «directed towards complex, multi-dimensional and systemic societal problems» (Wanzenböck et al. 2010, 4). A questo fine è necessaria «a multilevel governance» (Guzzo et al. 2018), a cui gli autori in questione attribuiscono centralità nel concetto di S<sup>3</sup>.

È a questo punto opportuno approfondire un punto essenziale. Nelle fasi di transizione socio-tecnica, che si sono ripetute più volte nella storia umana, possiamo rinvenire dei cambiamenti che vanno compresi con un certo grado di precisione, anche in un quadro di incertezza radicale, allo scopo di definire la migliore strategia di intervento alla luce delle conoscenze possedute, da ampliare e modificare in ragione dell'arrivo di flussi informativi globali. Per comprendere come questo possa realizzarsi applichiamo uno schema teorico ed operativo desunto da Joel Mokyr, che ha a sua volta adattato un approccio introdotto da Olsson (2000, 2005). Olsson (2000) definisce la conoscenza come un sotto-insieme dello Spazio delle Idee (*Idea Space*), che è l'insieme universale di tutte le possibili idee. Mokyr (2005) riprende l'approccio concentrandosi sulla tecnologia definita come *Useful Knowledge*, *crucial ingredient* della crescita economica. La *Useful Knowledge* viene da lui distinta in due tipologie di conoscenza (Mokyr 2002, cap. 1, *Technology and the Problem of Human Knowledge*). La prima è la conoscenza proposizionale, che comprende tutto quello che sappiamo (crediamo di sapere), circa i fenomeni e le regolarità naturali (leggi e regole di funzionamento della natura), da Mokyr chiamata  $\Omega$ -*knowledge*, oppure *episteme*.

La conoscenza epistemica è la base con cui creiamo le conoscenze su *how* (*instructional or prescriptive knowledge*), che Mokyr denomina  $\lambda$ -*knowledge*, oppure *techne*. La conoscenza tecnica essenzialmente include le istruzioni su come produrre, ovvero sfruttare le regolarità naturali per migliorare il benessere dell'Umanità. Essa assume quasi sempre la forma di un insieme di espressioni formali o informali del tipo 'se-allora' (*if-then*) (Mokyr 2005, 1122). Esemplichiamo: la scoperta del DNA, la possibilità di rappresentare le conoscenze umane in termini di 0/1 (da Leibniz ad oggi) costituiscono la conoscenza epistemica che, dopo un lungo percorso, ha portato l'Umanità alle tecniche odierne (CRISPR\_Cas9, sistemi di algoritmi), che consentono di esplorare nuovi mondi conoscitivi e fisici. Conoscenza epistemica e conoscenza tecnica possono essere concepite come sistemi gerarchici di regole, con le quali strutturiamo il mondo che ci circonda, attualmente a scala mondiale dato lo spazio informativo globale.

Riprendendo l'approccio originale di Olsson (2000), possiamo concepire lo Spazio delle Idee composto da due sotto-spazi, quello delle idee racchiuse nelle regole della base epistemica e quello delle regole organizzate in forma di 'istruzioni'. L'evoluzione della conoscenza umana può essere allora vista come un perenne *mapping* tra l' $\Omega$ -*space*, che evolve a ritmi più lenti, e il  $\lambda$ -*space*, che evolve a ritmi più rapidi sulla base delle coordinate della base epistemica.

Nei termini di March (1991)<sup>5</sup> nell' $\Omega$ -*space* si sviluppa principalmente l'attività di *exploration* e nel  $\lambda$ -*space* soprattutto quella di *exploitation*, quasi sempre in conformità con le coordinate di fondo (regole epistemiche consolidate).

<sup>5</sup> «Exploration includes things captured by terms such as search, variation, risk taking, experimentation, play, flexibility, discovery, innovation. Exploitation includes such things as refinement, choice, production, efficiency, selection, implementation, execution» (March 1991, 71).

Prima di trarne le conseguenze sul piano dello *strategic thinking*, è doveroso enucleare alcuni ulteriori concetti, da cui deriva una peculiare visione della dinamica tecnologica. Seguendo Moky, possiamo affermare che la tecnologia è un insieme di regole conoscitive più o meno codificate<sup>6</sup>, annidate l'una nelle altre. Le implicazioni logiche di questo schema concettuale possono essere trovate nel lavoro di Brian Arthur (2009, 19), per il quale «technologies inherit parts from the technologies that precede them, so putting parts together – combining them – must have a great deal to do with how technologies come into beings». Arthur arriva a formulare tre principi fondamentali: 1) «All technologies are combinations», 2) «Each component of technology is itself in miniature a technology», 3) «All technologies harness and exploit some effect or phenomenon, usually several» (p. 23).

La concezione combinatoriale delle tecnologie e della loro evoluzione rafforza il principio dell'annidamento tra tecnologie (sotto-insiemi di regole prescrittive), cioè della *ricorsività*<sup>7</sup>, che significa «that structures consist of components that are in some way similar to themselves» (Arthur 2009, 38)<sup>8</sup>.

Come evolvono queste 'strutture frattali' ad albero (*tree-like structures*)?

Enucleiamo un passaggio cruciale: di fatto, quando adottiamo – consapevolmente o meno – un paradigma tecno-economico, effettuiamo un continuo *mapping* tra conoscenza proposizionale e conoscenza prescrittiva.

Persone e imprese, impegnate nel progettare e produrre, tentano costantemente di ampliare, migliorare e inventare set di alternative per rispondere alle sfide competitive. In breve, si cerca di esplorare nuove regioni dell'infinito spazio della conoscenza attraverso un processo generativo caratterizzato da: 1) cambiamenti delle regole tecnico-scientifiche, mediante l'incremento e la modifica della conoscenza esistente; 2) combinazioni tra vecchie e nuove regole, viste come set di conoscenze tra loro connesse; 3) ri-combinazione o 'riscrittura' (*rewriting*) di insiemi di regole (regole epistemiche –  $\Omega$ -knowledge – insieme a mutamenti di componenti della  $\lambda$ -knowledge).

In sostanza, quindi, la dinamica delle conoscenze genera cambiamenti dell'architettura, cioè delle combinazioni di regole, che sono adattate, riconfigurate, a seconda delle strade intraprese per la risoluzione dei problemi, con aggiustamenti e modificazioni dei domini di conoscenze utilizzati.

Come concepire le innovazioni in questa prospettiva? Arthur introduce l'interessante concetto di *re-domaining*, cioè di sostituzioni totale o parziale di un insieme consolidato di conoscenze e strumenti con un set di «different possibilities»

<sup>6</sup> Il riferimento (molto sintetico) è al tema della conoscenza tacita, non approfondito in questa sede, ma che è ben presente in letteratura e in altri lavori (Lombardi 2003). Si pensi al dato che anche nelle attività di programmazione del software si riconosce il ruolo non secondario svolto proprio dalla conoscenza tacita. L'argomento esula dalle finalità di questo contributo.

<sup>7</sup> La ricorsività è un principio molto importante in linguistica generativa (Chomsky) e in informatica.

<sup>8</sup> Anche se non è esplicitato, è chiaro qui il riferimento alle strutture frattali di Mandelbrot. Comunque nel libro di Arthur vi è una lunga serie di esempi concreti di strutture concettuali annidate in termini operativi (locomotive, aerei, motori ecc.).

(p. 83), un mondo di possibilità per raggiungere uno scopo (Arthur 2009, cap. 4)<sup>9</sup>. Aggiungiamo che i 'nuovi mondi del possibile' possono appartenere sia all' $\Omega$ -space che al  $\lambda$ -space, con infinite possibili combinazioni, ampliamenti e di tanto in tanto trasformazioni (*re-domaining* nel primo sottospazio, meno frequenti nel secondo).

Possiamo a questo punto sottolineare l'arricchimento dello schema concettuale, prima anticipato, con i concetti dei due sottospazi e del *mapping* incessante tra i due, da vedere come meccanismo generatore di effetti più o meno profondi nell'evoluzione tecno-economica.

Trarremo le implicazioni operative di questo ampliamento dello schema concettuale nel prossimo paragrafo.

*Smart Specialisation* e I4.0 possono essere inquadrate perfettamente come esplorazioni di sottospazi dello Spazio delle Idee di Olsson e Mokyr, arricchite dalla visione combinatoriale di Arthur (2009). Gli sviluppi dei sistemi di software sono infatti divenuti sempre più complessi per i cambiamenti avvenuti nella base epistemica, cioè le nuove conoscenze scientifiche, che introducono discontinuità in sistemi di regole tecnico-scientifiche accettate per secoli, come nei seguenti casi: codificazione della conoscenza teorica, editing genomico, genomica dei materiali, universo fisico-cibernetico.

Un'implicazione logica delle riflessioni svolte è la necessità di ampliare, sul piano delle politiche per l'innovazione, il set degli attori che devono partecipare alla definizione degli obiettivi del *transformative change*. L'evoluzione dei sistemi socio-tecnici multi-scala coinvolge società intere e produce effetti sull'intero pianeta, per cui è impensabile che non si realizzi una concertazione molto ampia nel determinare opzioni di medio-lungo periodo, al fine di prendere e attuare decisioni che investono intere collettività. In questo panorama generale, il tema delle politiche per l'innovazione assume centralità sulla base di una maggiore e molto più ampia consapevolezza della posta in gioco.

Bisogna inoltre osservare, come vedremo nel prossimo paragrafo, che acquistano un'importanza cruciale le funzioni di coordinamento strategico, di cui occorre definire nuove peculiarità.

Avendo delineato lo schema concettuale e le direttive metodologiche, possiamo affinare la procedura analitica entrando nel concreto dei processi reali.

### 3. Importanza dello *adaptive strategic thinking*

Lo scenario descritto nei paragrafi precedenti deve indurci ad essere consapevoli che il mondo dei trend stabili, o sufficientemente prevedibili e tali da orientare le decisioni di medio-lungo periodo, è superato. L'era dell'incertezza e della complessità implica che i processi decisionali si trovano ad affrontare simultaneamente un insieme variabile di processi e fattori, conosciuti in modo parziale e incompleto. In situazioni di questo tipo è inevitabilmente destinato a fallire il

<sup>9</sup> Arthur apporta molti esempi, tra cui la fotonica per la trasmissione dei messaggi su reti di fibre ottiche (p. 83).

tradizionale approccio alla pianificazione, basato sull'idea che potenti strumenti analitici possano consentire di pervenire ad una decisione chiara e ben definita del futuro. Diventa infatti molto elevato il rischio di non captare i segnali di reale mutamento e di non percepire le minacce per il proprio modo di operare. Vi è inoltre il rischio di ritenere inutile il perseguimento del rigore dell'analisi e, ancor peggio, può diventare attraente il tentativo di affidarsi alla pura intuizione.

Per contro, è in queste condizioni che occorre mettere al centro dell'orizzonte decisionale la rilevanza strategica delle proprie azioni, realizzando un cambiamento del paradigma tradizionalmente adottato per prendere decisioni, il quale non deve essere più basato su scelte binarie, ma deve diventare duttile e appropriato per trattare l'alone di incertezza che pervade il contesto della decisione.

Riteniamo proficuo applicare a questo proposito il framework proposto in MGI (Courtney, Kirkland e Vignier 2000), dove per le decisioni strategiche delle imprese si distinguono 4 livelli di incertezza, divisi a loro volta in due categorie di informazioni strategicamente rilevanti. La prima categoria è quella in cui è possibile definire con precisione i trend evolutivi dei processi. Nella seconda, eseguendo adeguate analisi, possono essere rilevati fattori sconosciuti, ma permane un'incertezza 'residua', che può dare origine a differenti livelli strategici dal punto di vista decisionale.

Il livello 1 si ha allorché gli elementi incerti non sono di particolare rilievo per l'assunzione di decisioni, perché essi attengono per così dire a contesti operativi di non alto livello. Un esempio concreto, non tratto dal saggio di riferimento, potrebbe essere l'acquisto di un particolare tipo di software in una gamma definita di prodotti sostanzialmente equivalenti. L'alone di incertezza riguarda la valutazione di quale sia quello più appropriato per la propria realtà.

Il livello 2 si ha quando le alternative possibili sono note fino al punto da poter assegnare probabilità a ciascuna di esse. In questi casi possono essere definiti molteplici scenari e quadri prospettici, per i quali può essere effettuata una stima attendibile dell'impatto tendenziale in termini tecnologici, economici, sociali. Un esempio concreto di siffatti contesti potrebbe essere individuato nelle decisioni dei costruttori di microprocessori circa l'impiego di materiali finora utilizzati, oppure di passare all'utilizzo anche del grafene, che per alcune proprietà consentirebbe risparmi di energia e di costi di produzione<sup>10</sup>.

Il livello 3 racchiude situazioni in cui si può delineare un set di potenziali trend tecnologici, oppure relativi a modelli di consumo e di produzione, ma non tali da poter essere definiti con precisione e comunque basati su un insieme di conoscenze incompleto e confuso (*fuzzy*). Ad esempio, attualmente il trend verso I4.0 è definito in modo attendibile nelle linee generali, ma non sono certo chiari sia i modi per la realizzazione a livello di impresa, settore, aree territoriali, sia le possibili implicazioni in tema di organizzazione del lavoro, competenze, modello organizzativo delle sequenze economico-produttive. Nel livello tre

<sup>10</sup> Il sito web specializzato <<https://www.graphene-info.com/graphene-applications>> contiene un lungo elenco di applicazioni attuali e possibili del grafene (2021-10-03).

possiamo quindi includere un'ampia parte dei processi decisionali odierni in campo tecnico-scientifico, economico-produttivo, sanitario.

Il livello 4, infine, si incontra se le interazioni tra le dimensioni rilevanti per prendere una decisione e l'incertezza sono tali da creare un ambiente che è virtualmente impossibile da predire (Courtney, Kirkland e Viguierie 2000, 4). Un esempio attuale potrebbe essere l'evoluzione della computazione quantistica (*quantum computing*<sup>11</sup>, dopo i recenti annunci di Google-Nasa e Cina in merito a esperimenti realizzati mediante computer quantistici (Popkin 2017; Arute et al. 2019; Rieffel 2019; Cho 2019). Si pensi all'eventuale enorme potenza computazionale del QC e alle implicazioni in termini di sicurezza informatica, che peraltro costituiscono una delle sfide più importanti di un mondo globalmente iperconnesso.

Dall'analisi sviluppata nelle pagine precedenti si deduce che nell'odierno universo fisico-cibernetico gli attori si trovano più frequentemente ad operare in ambienti con livelli di incertezza 3 e 4, dove l'esigenza di *strategic thinking* è ancora più pressante e non ci si può abbandonare a comportamenti di mero adattamento passivo. Di fronte a quei livelli di incertezza è infatti necessario cambiare *mindset* strategico ed operativo passando, per riprendere il binomio concettuale *exploration-exploitation* proposto da March (cfr. nota 5), da un modello decisionale dove prevale l'*exploitation* ad uno in cui predomina l'*exploration*. In altri termini, occorre esplorare nuovi domini di conoscenza, mediante l'adozione di schemi cognitivi flessibili e agili, senza ovviamente rinunciare *ex abrupto* alla *knowledge base* posseduta.

Per far questo è cruciale lo *strategic thinking*, tradizionalmente definito «as creative, disruptive, future-focused, and experimental in nature and seen to be at odds with traditional notions of strategic planning. Redefining strategic thinking in terms of a systematic or holistic view, a focus on intent, thinking in time, a hypothesis-driven approach» (Liedtka 1998, 30). È quindi fondamentale la visione sistemica, insieme alla formulazione di ipotesi-guida, da verificare sulla base dei segnali e delle informazioni captate da ambiti di ricerca teorica ed applicata, grazie a modelli cognitivi aperti a interazioni con altri attori.

Appare logico ricondurre queste situazioni a quelle che Herbert Simon definisce contesti caratterizzati da 'razionalità limitata' degli attori: «complex situations there is likely to be a considerable gap between the real environment of a decision [...] and the environment as the actors perceive it» (Simon 1978, 8). In contesti di questo tipo la conoscenza degli attori è parziale e probabilmente confusa, data la *knowledge base* in loro possesso, con la quale percepiscono l'ambiente della decisione. L'incompletezza cognitiva rende allora essenziale il processo di elaborazione delle scelte sulla base della ricerca e dell'acquisizione di informazioni: «Problems of search arise when not all the alternatives of action are presented to the rational actor ab initio, but must be sought through some kind of costly activity. In general, an action will be chosen before the search» (Simon 1978, 10). L'analisi sviluppata nelle pagine precedenti descrive condizioni per cui gli attori

<sup>11</sup> Per una introduzione al *quantum computing* con dettagli tecnici accessibili anche a non specialisti si vedano Rieffel e Polak 2000; Biamonte et al. 2018.

devono pensare ed agire mentre si riproduce continuamente, talvolta ampliato, il divario le variabili decisionali che evolvono e la loro capacità computazionale<sup>12</sup>.

Ai fini di una elaborazione strategica in sistemi socio-tecnici è importante assumere due punti messi in evidenza da Simon (1996, 166) a proposito della progettazione sociale (*social design*), a cui riconduciamo i temi che stiamo affrontando: «1. Bounded rationality. The meaning of rationality in situations where the complexity of the environment is immensely greater than the computational powers of the adaptive system. 2. Data for planning. Methods of forecasting, the use of prediction and feedback in control».

Bisogna infatti tenere presente che la complessità dell'esplorazione di una molteplicità di domini di conoscenze non può essere trattata in forma di 'isole cognitive', imprese-organizzazioni-individui senza collaborazioni, ma è essenziale lo sviluppo di capacità scambiare flussi conoscitivi interdisciplinari. Ed è per questo motivo che lo *strategic thinking* è ancor più importante se concepito come «a way of solving strategic problems that combines a rational and convergent approach with creative and divergent thought process» (Bonn 2005, 337).

Emerge quindi ancora una volta uno degli aspetti presenti negli studi effettuati ai fini della *smart specialisation*, cioè la natura processuale, cognitiva e organizzativa, delle attività che gli attori devono svolgere, caratteristica accentuata dalla più generale transizione energetica e ambientale.

Attività esplorativa (diretta o indiretta, cioè mediante collaborazioni), creatività, visione sistemica delle interdipendenze (esistenti e potenziali, guidate da ipotesi sottoposte a verifica), propensione alla scoperta di nuove combinazioni tra conoscenze consolidate e nuovi input conoscitivi sono gli ingredienti essenziali dello *strategic thinking*, sintetizzato in figura 3.



Figura 3 – Componenti dello *strategic thinking*. [Fonte: Moon 2013]; © Elsevier

<sup>12</sup> Entra qui in gioco quella che Simon definisce *razionalità procedurale*: «procedural rationality is usually studied in problem situations - situations in which the subject must gather information of various kinds and process it in different ways in order to arrive at a reasonable course of action, a solution to the problem» (Simon 1976, 132).

La grande rilevanza dello *strategic thinking* viene ancor più alla ribalta durante la lettura del volume di Zbigniew Brzezinski (1980, scritto nel 1970), anche se definito in vari modi, ma con la capacità delineare lo scenario futuro a medio-lungo termine di quella che il politologo polacco, nonché segretario di Stato durante la Presidenza Carter, chiama *Technetronic Era*, dove predomina la *technetronic society*: «a society that is shaped culturally, psychologically, socially, and economically by the impact of technology and electronics – particularly in the area of computers and communications» (1980, 9). Già l'incipit del volume è suggestivo: «The paradox of our time is that humanity is becoming simultaneously more unified and more fragmented. That is the principal thrust of contemporary change» (1980, 1)<sup>13</sup>. Ai primordi della *Technetronic Era* è l'analista strategico che vede la compressione temporale e spaziale, che rende l'Umanità più integrata e *intimate*, anche se si ampliano le differenze tra le condizioni sociali. Brzezinski delinea trend di fondo, perché mette al centro della sua analisi il fatto che nella società post-industriale la conoscenza tecnica e scientifica, oltre ad aumentare le potenzialità produttive, è destinata a fluire nell'intero sistema sociale, influenzando quasi tutti gli aspetti della vita umana. Nell'orizzonte evolutivo descritto il motore è la conoscenza tecnico-scientifica, che esalta l'importanza sociale dell'intelligenza umana e la rilevanza dell'apprendimento. Per questa via, infatti, la capacità di 'decifrare i pattern del cambiamento' e quindi trovare nuove forme di valorizzazione della realizzazione umana in forme di organizzazione sociale più desiderabili. Nel caso di Brzezinski siamo in presenza non solo di una eccezionale abilità di analisi dei processi in atto e tendenziali, frutto anche del lavoro di un team di altissimo livello, ma anche dell'espressione esemplare di *strategic thinking*, in grado di cogliere gli elementi essenziali della dinamica tecno-economica in embrione nel 1970. Abbiamo pertanto una dimostrazione chiara di come la decifrazione dei modelli di cambiamento assuma caratteristiche precedentemente messe più in evidenza: complessità, valenza sistemica e multidimensionale dei processi, apertura mentale e capacità di visione.

È ai nostri fini rilevante l'insegnamento che possiamo doverosamente trarne: proprio in un'epoca di forte turbolenza e profonda ridefinizione della dinamica economico-sociale è necessario sviluppare conoscenze innovative, a livello individuale e collettivo, ampliando l'orizzonte dell'analisi, sviluppando 'immaginazione razionale' con ipotesi da sperimentare, pronti a captare nuovi segnali per realizzare nuove strategie di azione.

Riprendiamo a questo proposito una metafora impiegata da Brzezinski: se la prima rivoluzione industriale ha avuto come premesse fondamentali le idee e le tecniche della navigazione del XVI secolo, l'equivalente attuale negli anni della *Technetronic* è l'esplorazione dello spazio, che ha richiesto incrementi enormi della potenza di calcolo. Ampliando le anticipazioni del politologo polacco, possiamo sostenere che, oltre all'esplorazione dello spazio astronomico, nell'odierno

<sup>13</sup> I libri di Zbigniew Brzezinski sono disponibili su Internet Archive. Altri interventi e articoli sono accessibili su Internet.

pieno dispiegarsi della Technetronic Era, l'esplorazione dello spazio informativo globale in continua espansione è divenuto il motore fondamentale della dinamica tecno-economica. Pertanto lo *strategic thinking* è essenziale, purché venga esercitato in modo costante e senza interruzioni di sorta. Cosa significa questa affermazione? L'elaborazione strategica nell'universo fisico-digitale in continua espansione non può limitarsi alla produzione sporadica di piani statici. Essa deve essere adattativa in un contesto di aumento incessante dei flussi informativi per una ragione basilare: proprio di fronte all'abbondanza e alla varietà dei dati va fronteggiata la loro paradossale scarsità, quando non si comprende che è doveroso cambiare modelli mentali obsoleti e al tempo stesso è alto il rischio di bias incorporati negli stessi. *Strategic thinking* va dunque ben al di là della produzione di analisi sistematiche e approfondite una tantum; per imprese e organizzazioni (sia private che pubbliche) ciò implica sviluppare un'attività costante di indagine in campi inesplorati, in modo da espandere e sperimentare nuove conoscenze. Non è più l'epoca del Piano da eseguire secondo step predeterminati; siamo nell'era dell'*adaptive strategy*, dove «the strategic plan is dead. Long live Strategy» (O'Donovan e Flower 2018). *Ubiquitous connectivity* e *ubiquitous computing* rendono obsoleto, se non addirittura dannoso, il modello incentrato sul piano, perché la flessibilità cognitiva, operativa e strategica richiede quattro ingredienti fondamentali: 1) formulare ipotesi da sottoporre a verifica (esperimenti, simulazioni, modellazione computazionale); 2) individuare sentieri evolutivi (*pattern*), delineare scenari con l'ausilio di strumenti di Artificial Intelligence sempre più sofisticati; 3) agire tenendo presenti le interdipendenze sistemiche (*executing by the whole*); 4) definire, insieme ad una molteplicità soggetti, visioni di medio-lungo termine con punti di riferimento stabili, ma con la possibilità di rimodellare gli schemi concettuali sulla base dell'intercettazione di nuovi flussi informativi.

In questa trasformazione di cultura strategica possono svolgere un ruolo centrale le *dynamic capabilities* (Tece e Pisano 1994; Tece 2017, 2019).

Il concetto che Teece ha formulato per la teoria dell'impresa a nostro avviso ha validità generale per l'*adaptive strategic thinking*, soprattutto per tre tipi di attività di apprendimento, che dovrebbero essere momenti basilari dei processi decisionali. 1) *Sensing*, cioè «exploring technological opportunities» e valutarne la portata. 2) *Seizing*, che per un'impresa significa realizzare occasioni di business e per un'organizzazione vuol dire individuare potenzialità, su cui indirizzare investimenti di risorse materiali e immateriali. Per un'organizzazione pubblica ciò significa saper interpretare i trend e sostenere le dinamiche di apprendimento socio-economico mediante risorse da destinare agli investimenti secondo un frame strategico chiaro e condiviso. 3) *Transforming*, concepito in termini di introdurre trasformazioni congruenti con le traiettorie individuate. L'adattamento strategico a cui ci si riferisce può consentire un'appropriata concettualizzazione delle strategie.

Riteniamo che a questo punto sia abbastanza chiaro il punto di arrivo della riflessione sviluppata in questo paragrafo: comunque si voglia definire l'era odierna (Information Age, Technetronic Era, oppure Global Age of Complexi-

ty, come osservano Sheng e Cheng 2017), la capacità di leggere e interpretare i segnali di cambiamento, l'abilità di formulare e sperimentare ipotesi esplicative, quindi elaborare modelli di azione di cui si verifica incessantemente l'efficacia, costituiscono il nucleo propulsivo di un esercizio continuo di *adaptive strategic thinking*, direttamente connesso a meccanismi e processi di apprendimento individuale e collettivo. Tutto ciò potrebbe essere facilitato, nel pieno dispiegamento della Technetronic Era, dalla disponibilità di una potenza computazionale incomparabile ed in continuo aumento, insieme a sistemi di software sempre più potenti, in grado di elaborare volumi impressionanti di dati (IA + Big Data).

Non si deve però dimenticare che i pattern individuati mediante agenti artificiali richiedono interpretazione e visioni con funzioni cognitive di alto livello, che le 'macchine' ancora non hanno, senza lasciarsi attrarre in modo superficiale da quella che il computer scientist Bezdek chiama «seductive semantics, that is, words or phrases which convey, by being interpreted in their ordinary (non-scientific) usage, a far more profound and substantial meaning about the performance of an algorithm or computational architecture than can be readily ascertained from the available theoretical and/or empirical evidence» (Bezdek 2016, 8).

Sono l'intelligenza e la progettazione umana, individuale e collettiva, la chiave di volta dell'edificio dello *strategic thinking* e delle Technetronic Era, come ha scritto Zbigniew Brzezinski.

A questo riguardo sembra di particolare rilievo una questione in gran parte trascurata dalla letteratura sulle politiche per l'innovazione, ma che giustamente Wanzenböck et al. (2010) mettono in grande evidenza. Complessità, processi multi-scala, gap tra ambiente decisionale e capacità di *information processing* degli attori delineano uno scenario in cui emergono *societal challenges*, che mostrano un ulteriore aspetto fondamentale: una pluralità di attori con le proprietà descritte devono elaborare disegni strategici per affrontare sfide, i cui tratti specifici e caratterizzanti si trasformano continuamente a causa delle interazioni tra attori, strutture sociali, dinamica tecno-economica. Processi e attività a differente scala sono interconnessi in maniera tale che la maggior parte delle sfide da affrontare sono assimilabili ai *wicked problems* (problemi inestricabili) (Rittel e Webber 1973). Essi sono impossibili da risolvere in modo lineare e privo di ambiguità per 10 motivi, alcuni dei quali sono qui indicati: 1) non è possibile definirli in modo univoco; 2) non è data una regola che indichi la soluzione definitiva; 3) non vi è un test immediato e ultimativo per definire una soluzione ordinaria, magari con un'operazione *one-shot*.

Ma non si può restare paralizzati. Al contrario, la consapevolezza dei temi indicati deve indurre ad adottare un modello mentale e pragmatico che possa consentire scelte precise e operatività, con risultati verificabili in modo puntuale. Indichiamo sinteticamente dei principi di fondo e il conseguente metodo di lavoro.

*Principi basilari:* 1) non esistono soluzioni ottime e definitive (*no free lunch theorem* in matematica e informatica, il più banale 'nessun pasto è gratis' in economia); 2) evitare di fare affidamento solo su analisi parziali, date le interdipendenze tecnico-sociali e la complessità delle situazioni; 3) adottare una visione integrata, considerando la presenza di più sistemi e sotto-sistemi che interagi-

scono; 4) la progettazione è un percorso adattativo, che richiede cattura ed elaborazione delle informazioni con obiettivi via via adattati alle interazioni tra attori pubblici, privati, sociali; 5) mettere al centro dell'elaborazione strategica le interdipendenze tra fenomeni e processi.

Wanzenböck et al. (2010, par. 3.1, p. 6) propongono di andare oltre sia i *wicked problems* «that are complex, unpredictable, and have poorly defined boundaries», sia le tradizionali visioni pianificatorie. Il framework proposto, dopo un'ampia analisi di casi empirici, si incentra su «mission oriented policy» (MIP) che «emphasises the need for new governance modes involving new actors, such as users or other stakeholders, more reflexive strategies that facilitate adaptations in response to new knowledge on the problem, its causes and societal significance, and new developments with regard to the envisaged solution, its effectiveness or side-effects» (p. 23).

Occorrono dunque politiche di sostegno a cambiamenti sistemici (*transformative system change*), tenendo presente la complessità e la portata delle *societal challenges*. Ciò a nostro avviso legittima la tesi della necessità di una *adaptive strategy*, particolarmente appropriata per contesti come quelli analizzati sia da Wanzenböck et al. (2010) che da Kuznetsov e Sabel (2011, 1), i quali pongono l'accento su una «New Open Industrial Policy focused on the governance of the priority-making process». Importanza peculiare assumono, poi, durante il processo, la scoperta di errori e la correzione delle scelte operative. Sono infine da tenere presenti alcuni elementi molto interessanti, quali le «Recommendations for the processes and procedures for selecting and correcting selections of both [...] [collaboration with the private sector, instruments for promoting activities], rather than specific policy instruments or sectors» (p. 6).

Si pone allora un interrogativo di fondo: quale politica per l'innovazione?

Una prospettiva strategica è sostenuta in autorevoli contributi (RISE 2018; Mazzucato 2018), che mettono al centro una Mission Oriented Search and Innovation Policy. Il concetto di Mission Oriented Policy non è quello adottato nel secondo dopoguerra a livello nazionale, basato su grandi progetti in grado di mobilitare risorse materiali e intellettuali (Obiettivo Luna), bensì nel misurarsi con i *wicked problems*. In realtà, secondo Mazzucato si tratta di superare i SDGs (Sustainable Development Goals), le 7 Societal Challenges (Horizon 2020), le Focus Areas (Economia Circolare, digitalizzazione), che sono troppo ampie (pp. 10-11). «Missions should be broad enough to engage the public and attract cross-sectoral investment; and remain focussed enough» (Mazzucato 2018, 11), le cui componenti fondamentali sono: determinazione di macro-obiettivi, chiara enunciazione di *missions*, portfolio di progetti e sperimentazione nei processi bottom-up. Di qui deriva la sua proposta di cinque criteri per definire le missions:

1. Bold, inspirational with wide societal relevance.
2. A clear direction: targeted, measurable and time-bound.
3. Ambitious but realistic research & innovation actions.
4. Cross-disciplinary, cross-sectoral and cross-actor innovation.
5. Multiple, bottom-up solutions.

Queste analisi e riflessioni sono tra le fonti ispiratrici della parte finale di questo libro, dove si sviluppa un tentativo di articolare lo schema concettuale e operativo basilare nella definizione di traiettorie, mediante l'individuazione degli attori e quindi la descrizione di un'architettura con cui esercitare la funzione di *direzionalità dei processi innovativi*, incentrati su *Entrepreneurial Discovery Process* e determinati meccanismi valutativi.

## Bibliografia

- Arrow, K.J. 1962. "Economic welfare and the allocation of resources for invention." In *The Rate and Direction of Inventive Activity*, edited by R. Nelson, 609-25. Princeton, NJ: National Bureau of Economic Research and Princeton University Press.
- Arthur, B. 2009. *The Nature of Technology. What it is and How It Evolves*. New York: The Free Press.
- Arute et al. 2019. "Quantum supremacy using a programmable superconducting processor." *Nature* 574: 505-10.
- Baas, N.A. 2009. "Hyperstructures Topology And Data." *Axiomates* 19: 281-95.
- Baas, N.A. 2012. "On structure and organization: an organizing principle." *International Journal of General Systems* 42 (2).
- Baas, N.A. 2015. *On Higher Structures* <<https://arxiv.org/pdf/1509.00403.pdf>> (2021-03-10).
- Bezdek, J.C. 2016. "Computational Intelligence. What's in a name. EEE Systems." *Man & Cybernetics Magazine* April: 4-14.
- Biamonte J. et al. 2018. "Quantum Machine Learning." *Nature* 549: 195-202.
- Bonn, I. 2005. "Improving strategic thinking: A multilevel approach." *Leadership and Organization Development Journal* 26 (5): 336-54.
- Brzezinski, Z. 1980. *Between two Ages. The role of America's power in the technetronic era*. New York: The Viking Press.
- Bush, V. 1946. *Endless Horizons*. Washington, DC: Public Affairs Press.
- Cho, A. 2019. "Google claims quantum computing milestone." *Science* 1364, September 27.
- Courtney, H.G., Kirkland, J., e S.P. Viguerie. 2000. *Strategy under uncertainty*. MGI. 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](https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/22934_intelligent-clinical-trials/DI_Intelligent-clinical-trials.pdf)> (2021-10-03).
- Ehlers, E., e T. Kraft. 2006. *Earth System Science in the Antropocene. Emergent Issues and Problems*. New York: Springer.
- Etzkowitz, H. 2008. *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*. New York: Routledge.
- Etzkowitz, H., e L. Leydesdorff (eds.). 1997. *Universities and the Global Knowledge Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. London: Cassell.
- 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.
- Gault, F. 2010. *Innovation Strategies for a Global Economy. Development, Implementation, Measurement and Management*. Cheltenham: Edward Elgar.

- Geels, F.W. 2020. "Micro-foundations of the multi-level perspective on socio-technical transitions: Developing a multi-dimensional model of agency through crossovers between social constructivism, evolutionary economics and neoinstitutional theory." *Research Policy* 152: 119894.
- Geels, F.W. et al. 2017. "Sociotechnical transitions for deep decarbonization." *Science*, 22 September.
- Gehrke, L. 2015. *A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective*. Hannover Messe, April 2015.
- Gibbons, M. et al. 1994. *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. New York: Sage.
- Guzzo, F., Gianelle, C., e E. Marinelli. 2018. "Smart Specialisation at work: the policy makers' view on strategy design and implementation." *S3 Working Paper Series* 15.
- 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).
- Kurz, M. 2017. *On the Formation of Capital and Wealth: IT, Monopoly Power and Rising Inequality*. WP Stanford University, June.
- 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.
- IPCC. 2019. "Global Warming of 1.5°C." <<https://www.ipcc.ch/sr15/>> (2021-10-03).
- Lagarde, C. 2014. *A New Multilateralism*, London: Richard Dumbleby Lecture.
- Lagarde, C. 2018. "New Economic Landscape, New Multilateralism." *Speech*, October 11.
- Lazonick, W. 2014. "Profits without Prosperity." *Harvard Business Review*, September.
- Liedtka, J.M. 1998. "Linking strategic thinking with strategic planning." *Strategy & Leadership* 26 (4): 30-5.
- Lombardi, M. 2003. "The evolution of local production systems: the emergence of the 'invisible mind' and the evolutionary pressures towards more visible 'minds'." *Research Policy* 32 (8): 1443-62.
- Lombardi, M. 2019a. "Oligopoli dei big data, ci salverà solo una nuova cultura Antitrust." *Agenda Digitale.eu*, 2 agosto.
- Lombardi, M. 2019b. "È un mondo più iniquo nell'era digitale: il punto sugli studi." *Agenda Digitale.eu*, 22 gennaio.
- March, J. 1991. "Exploration and Exploitation in Organizational Learning." *Organization Science* 2 (1), February: 71-87.
- Markard, J., Raven, R., e B. Truffer. 2012. "Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects." *Research Policy* 41 (6): 955-67.
- Mazzucato, M. 2018. *Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union. A problem-solving approach to fuel innovation-led growth*. Luxembourg: Publication Office of the European Union <[https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/mazzucato\\_report\\_2018.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/mazzucato_report_2018.pdf)> (2021-10-03).
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. et al. 1972. *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome. Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
- Mokyr, J. 2002. *The Gift of Athena*. Princeton: Princeton University Press.
- Mokyr, J. 2005. "Long-Term Economic Growth and the History of Technology." In *Handbook of Economic Growth*, edited by P. Aghion e S. Durlauf, vol. 1B: 1113-1183. Amsterdam: North Holland.

- Moon, B.-J. 2013. "Antecedents and outcomes of strategic thinking." *Journal of Business Research* 66: 1698-1708.
- Morozov, E. 2016. *Silicon Valley: I signori del silicio*. Torino: Codice Edizioni.
- Morozov, E. 2019. "Digital Socialism? The Calculation Debate in the Age of Big Data." *New Left Review* 116-117, March-June.
- Nelson, R.R. 1959. "The simple economics of basic scientific research." *Journal of Political Economy* 67 (3): 297-306.
- O'Donovan, D., e N.R. Flower. 2018. "The Strategic Plan is Dead. Long Live Strategy." *Stanford Social Innovation Review* January 10: 1-4.
- 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.
- Petit, N. 2016. *Technology Giants, The "Moligopoly" Hypothesis and Holistic Competition: A Primer*. WP, LCII: Liege Competition and Innovation Institute.
- Piaget, J. 1970. *Genetic Epistemology*. New York: The Norton Company.
- Popkin, G. 2017. "China's quantum satellite achieves 'spooky action' at record distance." *Science AAS* June 15.
- Rieffel, E.G. 2019. *Quantum Supremacy using a Programmable Supercomputing Processor*. Status Report From: NASA Ames Research Center.
- Rieffel, E., e W. Polak. 2000. "An Introduction to Quantum Computing for Non-Physicists." *ACM Comput. Surveys* 32: 300-35.
- Rip, A. 1995. "Introduction of New Technology: Making Use of Recent Insights from Sociology and Economics of Technology." *Technology Analysis & Strategic Management* 7 (4): 417-431.
- Rip, A., e R. Kemp. 1998. "Technological change." In *Human Choice and Climate Change*, edited by S. Rayner, e E.L. Malone, vol. 2, 327-99. Columbus, OH: Battelle Press.
- RISE. 2018. *Mission-Oriented Research and Innovation Policy A RISE Perspective*. Research, Innovation and Science Policy Experts High-Level Group. Brussels: European Commission.
- Rittel, H. W.J., e M.M. Webber. 1973. "Dilemmas in a General Theory of Planning." *Policy Science* 4: 155-69.
- Saunders, T., e G. Mulgan. 2017. "Governing with Collective Intelligence." *Nesta*, January <[https://media.nesta.org.uk/documents/governing\\_with\\_collective\\_intelligence.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/governing_with_collective_intelligence.pdf)> (2010-10-03).
- Schot, J., e W.E. Steinmueller. 2018. "Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change." *Research Policy* 47: 1554-1567.
- Sheng, A., e X. Cheng. 2017. "The Global Age of Complexity." *Project Syndicate* June 17.
- Simon, H.A. 1976. "From substantive to procedural rationality." In *Methodological Appraisal in Economics*. edited by S.J. Latsis, 129-48. Cambridge: Cambridge University Press.
- Simon, H. A. 1978. "Rationality as process and as product of thought." *American Economic Review* 68: 1-16.
- Simon, H.A. 1996. *The Science of the Artificial*. New York: The Mit Press.
- Steward, F. 2012. "Transformative innovation policy to meet the challenge of climate change: socio-technical networks aligned with consumption and end-use as new transition arenas for a low-carbon society or green economy." *Technology Analysis & Strategic Management* 24 (4): 3331-343.

- Teece, D.J. 2017. "Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performances." *Strategic Management Journal* 28: 1319-50.
- Teece, D.J. 2019. "A capability theory of the firm: an economics and (Strategic) management perspective." *New Zealand Economic Papers* 53 (1): 1-43.
- Teece, D.J., e G. Pisano. 1994. "The dynamic capabilities of enterprises: an introduction." *Industrial and Corporate Change* 3(3): 537-56.
- Wanzenböck I. et al. 2010. "A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem-solution space." *SOCArXiv Papers*, February 19.