

Un'era dominata da Grande Accelerazione, complessità, incertezza, ansietà

attaaaggtt tataccttcc caggtaacaa accaaccaac ttctgatctc ttgtatct...

Questo insieme di caratteri, apparentemente senza senso, è un frammento di una stringa molto più lunga, con oltre 29.000 iniziali, con cui si denominano i nucleotidi, unità basilari della sequenza del DNA, che in questo caso contiene le istruzioni per produrre il Coronavirus (Cohen 2020)¹. Tralasciando questioni relative alla genetica, riteniamo opportuno soffermarci su aspetti generali.

Partiamo da un dato essenziale. Una sequenza genomica, ottenuta sicuramente per via non artificiale (Andersen et al. 2020), è in grado di generare profondi effetti distorsivi di strutture funzionali e comportamenti sociali in tutto il mondo. Una sequenza di componenti, ciascuna delle quali è lunga 0,33 nanometri (1 nanometro è un milionesimo di metro) sta producendo mutamenti a varia scala: familiare, urbana, regionale, nazionale, planetaria. Processi fisici ed energetici, sistemi di trasporto, attività economico-produttive, comportamenti individuali e sociali, relazioni geo-politiche sono messi in discussione in modo imprevedibile da quanto sta accadendo a scala infinitesima. Emerge allora un punto essenziale, che si può sintetizzare in una prima proposizione: *siamo in presenza di processi biofisici a scala planetaria tra loro interconnessi* da quella che, prendendo in prestito da Deutsch (1997), si può definire la ‘trama della

¹ In Cohen (2020) è riprodotto l'albero genealogico del virus.

realtà². Ciò avviene perché i processi sono collegati tra loro e sono resi strettamente interdipendenti da flussi informativi, generati dalla rappresentazione digitale, resa a sua volta possibile dalla pervasività delle tecnologie dell'informazione, le quali consentono di ideare processi e prodotti, esseri viventi e non, dalla nano-scala alla scala globale.

Siamo infatti in un mondo iperconnesso, dove le sequenze di DNA e l'ubiquità digitale hanno di fatto azzerato i confini tra gli ecosistemi, divenuti permeabili rispetto a flussi informativi, energetici, materiali, umani. Queste considerazioni possono essere sintetizzate con una seconda proposizione, che ad alcuni può sembrare 'forte': i processi biofisici sono sempre più *bio-informativi*.

Le riflessioni appena svolte costituiscono la premessa di una disamina che porta a dedurre la necessità di un elemento cruciale: non esistono processi e fenomeni isolati, bensì interdipendenze strutturate tra individui, entità collettive, dinamiche economico-produttive, relazioni sociali e culturali. In un mondo iperconnesso, infatti, emergono relazioni sistemiche globali, sulla base di interazioni che si strutturano a seconda delle affinità, complementarità, convergenze di interessi e sistemi di credenze, aspettative compatibili di varia natura (tecnico-scientifiche, reddituali, e così via). Le strutture interattive, quindi, si auto-organizzano seguendo itinerari di cui non è possibile prevedere in anticipo gli esiti, anche se – come vedremo successivamente – non è impossibile immaginare traiettorie.

Siamo entrati nell'era della Grande Accelerazione della complessità e dell'incertezza.

1. Era della Grande Accelerazione

Questa espressione, impiegata per la prima volta in un libro da Hibbard et al. (2005) e in un articolo su rivista da Steffen et al. (2007), indica un cambiamento globale, intervenuto nel 'Sistema-Terra' ad opera delle attività umane. Il termine è stato introdotto con esplicito riferimento al libro di Polanyi (2000) per definire una fase cruciale di profonda «holistic, comprehensive and interlinked nature of the post-1950 changes simultaneously sweeping across the socio-economic and biophysical spheres of the Earth System, encompassing far more than climate change» (Steffen et al. 2015, 82).

La conclusione dell'analisi delle variabili rappresentative dei processi generatori dell'accelerazione è chiara:

Antropocene, including the Neolithic revolution (Ruddiman 2013), the rise of European empires and subsequent colonisation (Lewis e Maslin 2015), and the Industrial Revolution (Crutzen 2002), none can match the mid-20th-

² «La trama della realtà non è formata soltanto da ingredienti riduzionistici quali lo spazio, il tempo, e le particelle subatomiche, ma anche dalla vita, dal pensiero, dalla computazione e dalle altre cose a cui fanno riferimento quelle spiegazioni» (Deutsch 1997, 28). Il fisico inglese qui si riferisce alle teorie «che contengono le spiegazioni più profonde».

century, global-level, synchronous step change in human enterprise and the simultaneous human-driven change in many features of Earth System structure and functioning (Gaffney, Steffen 2017, 57)³.

Tutto è cambiato a partire dagli anni '50, ma si può anche indicare una data precisa, il 1945, anno della prima esplosione nucleare nel deserto del New Mexico (Steffen et al. 2015, 93). Dalla metà del XX secolo l'attività umana produce effetti in grado di investire direttamente l'intero Pianeta Terra, com'è appunto avvenuto con gli isotopi radioattivi seguiti alla detonazione atomica. In quel momento si è prodotta una discontinuità nella storia evolutiva della Terra: dopo il passaggio dall'Olocene all'Antropocene si sono create le condizioni per l'intensificazione del ritmo di cambiamento del sistema complessivo del nostro Pianeta. L'Olocene è il nome che nel 1882 il Congresso di Bologna della Società Internazionale di Geologia ha dato agli ultimi 10-11.000 anni dell'era post-glaciale, periodo nel corso del quale le attività umane hanno progressivamente modificato l'assetto geo-morfologico del Pianeta. Secondo Crutzen (2002, 23) con la Prima rivoluzione industriale, in particolare con l'invenzione della macchina (motore) a vapore da parte di James Watt nel 1784, appare quella che il geologo Antonio Stoppani nel 1873 ha definito una nuova forza dirompente: «new telluric force which in power and universality may be compared to the greater forces of earth». Stoppani ha anche definito l'«anthropozoic era», in riferimento alla quale Crutzen (2002) ha introdotto il termine 'Antropocene' per indicare l'impatto della specie umana sull'intero 'Sistema-Terra'. Nella secolare storia dei mutamenti introdotti dall'uomo nell'Olocene, l'Antropocene esprime, quindi, l'enorme aumento della capacità umana di incidere sulla struttura e il funzionamento dell'intero Sistema-Terra grazie alla tecnologia della Prima rivoluzione industriale (Steffen et al., 2004, 2015).

Intorno alla metà del secolo scorso e nell'arco di poco meno di due generazioni tanto la 'forza tellurica' di Stoppani è diventata una forza di tale portata, scala, e intensità da agire su scala planetaria come una vera e propria 'forza geologica', per cui non si può ormai separare l'attività umana dal sistema biofisico terrestre. In sintesi, la 'Grande Accelerazione' esprime il *Planetary-scale Coupling* tra sistema socio-economico e sistema biofisico terrestre (Steffen et al. 2015, 94).

È logico a questo punto cercare di rispondere a due interrogativi di fondo: 1) quali sono gli effetti dei processi descritti (parr. 3 e 4); 2) quali meccanismi hanno agito nel favorire la realizzazione di questa interconnessione dinamica tra sistema biofisico terrestre e la 'Noosfera'.

2. Era della complessità

Quando le dinamiche di processi, comportamenti e flussi sono trasversali ai livelli della realtà, dall'infinitamente piccolo al globale, si è di fronte a situazioni

³ Gaffney e Steffen (2017) impiegano 17 indicatori di trend socio-economici a livello globale per stimare la Grande Accelerazione.

nelle quali le relazioni tra cause ed effetti non sono proporzionali e dirette, bensì non lineari e intrinsecamente amplificate. In queste condizioni, infatti, i processi possono essere innescati da molti fattori causali e gli esiti sono conseguentemente imprevedibili. Nella teoria dei sistemi complessi si chiamano fenomeni emergenti, ovvero effetti con proprietà non riconducibili a singoli fattori causali e alle proprietà delle componenti dei processi stessi. Una caratteristica dei sistemi non lineari è che piccoli cambiamenti possono causare grandi rivolgimenti, com'è accaduto proprio durante l'evento pandemico, che è un caso esemplare: la mutazione di una micro-sequenza genomica genera effetti a catena amplificati e imprevedibili. Tutti hanno in qualche modo sentito parlare del famoso 'battito d'ala di una farfalla in Brasile' in grado di causare un tornado in Texas (Lorenz 1972). Siamo attualmente forse molto oltre questa ipotesi: l'iperconnessione globale e i fenomeni indicati confermano la tesi di Levin (1988) che la biosfera sia un *sistema complesso adattativo*, (il *complex adaptive system*, introdotto nel Cap. 1, par. 3), cioè un insieme di componenti con libertà di azione secondo modalità non sempre mutuamente compatibili e i cui comportamenti sono interconnessi fino al punto che la dinamica di ciascuna di esse cambia il contesto per le altre (Plsek, Greenhalgh 2001). Complessità e imprevedibilità sono a loro volta connesse all'incertezza, com'è logico ritenere, dal momento che è inevitabile il riprodursi incessante di gap cognitivi tra ciò che gli agenti (individuali e collettivi) possono conoscere e l'esito di dinamiche combinatorie tra processi multiscala. È importante rilevare che l'incremento esponenziale della potenza di calcolo a disposizione degli agenti può aiutare ma non risolve il problema: l'evoluzione di un sistema complesso come il Pianeta-Terra è capace di generare esiti non prevedibili, anche se possono essere effettuati esperimenti simulativi di scenari multipli, relativi a tendenze e traiettorie potenziali. Si tratta però sempre di situazioni decisionali caratterizzate da una molteplicità di ipotesi e alternative potenziali, da scoprire e valutare in contesti conoscitivi quasi sempre conosciuti in modo parziale e non di rado confuso. È quindi inevitabile l'emergere di un'era dell'incertezza.

3. Era dell'incertezza e dell'ansietà

Alla luce delle considerazioni svolte, se l'incertezza domina, ciò non comporta l'impossibilità di agire, perché un profondo cambiamento di prospettiva può indurre ad elaborare strategie in grado di fronteggiare proprio «l'incertezza sostanziale forte» (Dosi, Egidi 1991, 148) che si ha nei casi in cui si possono verificare eventi sconosciuti oppure ai quali è impossibile assegnare, anche in linea di principio, la probabilità di verificarsi⁴.

In situazioni di questo tipo non è possibile individuare potenziali esiti e nemmeno identificare variabili rilevanti per prendere decisioni, ma questo non im-

⁴ In MGI (Courtney, Kirkland, Viguerie 2000) si distingue tra 4 livelli di incertezza: «A clear enough future, alternative futures, range of futures, true ambiguity».

plica la paralisi decisionale, come cercheremo di mostrare. Prima di avanzare suggerimenti a riguardo, è necessario chiarire alcuni aspetti molto importanti. Nel mondo odierno la dinamica delle conoscenze diviene molto più accentuata, favorita anche dall'aumento della potenza di calcolo e dalla creazione di sistemi di software sempre più sofisticati, che consentono di esplorare l'ignoto dall'universo subatomico⁵ all'evoluzione dell'universo a pochi attimi dopo il big bang⁶. Emergono, inoltre, nuove tecnologie potenzialmente dirompenti: CRISPR_Cas9 per l'editing genomico, sistemi di IA, Quantum Computing, nuove scienze dei materiali, robotica avanzata, energie rinnovabili.

È chiaro che si delinea un orizzonte denso di incognite e di cambiamenti improvvisi, non tutti positivi, perché le innovazioni tecnico-scientifiche non hanno una valenza univoca. La loro dinamica dipende dal contesto, cioè dal numero e dalla tipologia dei fattori causali. Viviamo in un'era di paradossi, tra cui quello di un potenziale tecnico-scientifico senza pari nella storia dell'Umanità, ma al tempo stesso una parte non irrilevante della stessa Umanità è alle prese con problemi secolari: fame, siccità, epidemie, effetti di variazioni climatiche (previste). Per quanto riguarda le pandemie, nonostante la nostra capacità di esplorare l'universo a qualsiasi scala, assistiamo ad un aumento della frequenza degli eventi pandemici: ben tre dall'inizio del XXI secolo (Sars, Mers, Covid-19), con una evidente accelerazione rispetto alla sequenza emersa nel XX secolo (Polio, Spagnola, Asiatica) (Owen 2020) e quindi l'alta probabilità di una prossima pandemia (Crow 2020).

Sulla base del quadro descritto non è sorprendente che si moltiplichino le fonti di 'ansietà' (Horizon – The EU Research & Innovation Magazine 2020). Già nel 2016 l'«Economist», nel Report *Artificial intelligence. The return of the machinery question*, sviluppava il tema dell'*Automation and Anxiety* in seguito a un'ipotetica disoccupazione di massa, conseguenza dell'impiego intensivo dell'IA, in grado di sostituire a un ritmo crescente le persone in funzioni di contenuto cognitivo sempre più alto: «there's never been a better time to be a worker with special skills or the right education, because these people can use technology to create and capture value» (Brynjolfsson, McAfee 2014, 10). Lo scenario è dunque vantaggioso per lavoratori con skills particolari e una formazione appropriata, perché possono usare la tecnologia e creare/catturare valore. La situazione è differente per coloro che hanno abilità e skills 'ordinari': «However, there's never been a worse time to be a worker with only "ordinary" skills and abilities to offer, because computers, robots, and other digital technologies are acquiring these skills and abilities at an extraordinary rate» (Brynjolfsson, McAfee 2014, 10).

In realtà gli sviluppi dell'IA stanno erodendo anche compiti e funzioni che richiedono più elevati livelli cognitivi, dato che sistemi algoritmici possono

⁵ «It opens up a whole new universe: Revolutionary microscopy technique sees individual atoms for first time» (Callaway 2020).

⁶ Space.com, "Images: Peering Back to the Big Bang & Early Universe." <<https://www.space.com/13219-photos-big-bang-early-universe-history.html>>, 18 October, 2011 (2021-03-10).

svolgere processi di valutazione economico-finanziaria (Hassani 2016, Cap. 9), previsioni di scenario di rischio (Sohrabi et al. 2018), modelli manageriali (Shrage 2017), ottimizzazione del *supply chain management* (Lehmacher 2016; Balte 2020).

A questi motivi di ansietà se ne aggiungono altri più impellenti: la paura della perdita del lavoro, le perdite economico-finanziarie in seguito a crisi aziendali più o meno generalizzate, l'evento pandemico, che a sua volta ha incrementato e generalizzato i timori, investendo trasversalmente molte attività economico-sociali.

L'ansietà non è una novità sul piano storico. Mokyr et al. (2015) hanno argomentato che la tecnologia ha sempre creato tre tipi di preoccupazioni: 1) la sostituzione del lavoro con le macchine; 2) l'eventualità di un abbassamento dei livelli di benessere (si pensi alla 'disumanizzazione' del lavoro durante la Prima rivoluzione industriale); 3) la diminuzione della produttività e quindi della ricchezza da distribuire, in conseguenza della fine delle maggiori innovazioni tecnico-scientifiche, secondo visioni più recenti (Cowen 2010; Gordon 2012).

Viviamo dunque una fase storica peculiare, in cui la codificazione della conoscenza teorica e il suo inserimento ubiquitario hanno agito da fondamentale moltiplicatore dei processi di trasformazione di materiali, energia e informazioni, in stretta correlazione con l'ampliamento e la variabilità degli obiettivi individuali e collettivi. La codificazione della conoscenza teorica ha in sostanza generato e amplificato la compenetrazione tra Noosfera e processi biofisici, modificando la natura di quelle che Beinhocker ha chiamato *Physical Technologies*⁷, con la conseguenza di dare origine a un universo fisico-digitale in continua espansione, caratterizzato da un incremento senza sosta della varietà di soluzioni e problemi che l'Umanità deve affrontare in base ai sistemi di credenze e valori, a loro volta modificati da feedback continui e multiscala. Ed è a questo punto che si è progressivamente sviluppato un *mismatch*, un divario tra la velocità, l'intensità e l'estensione dei mutamenti delle *Physical Technologies* e di quelle che Beinhocker chiama *Social Technologies*⁸. Queste sono più lente a cambiare per le difficoltà di assimilare le innovazioni, data l'esistenza di consolidati patrimoni conoscitivi, visioni accettate da lungo tempo nella società, interessi legati alle situazioni stabilizzate. Ciò è particolarmente evidente quando, dopo lunghi periodi di evoluzione tecno-economica di relativa stabilità, con la prevalenza di paradigmi teorici e manageriali largamente condivisi, l'emergere di non linearità nell'accelerazione evolutiva richiede capacità di apprendimento rispetto a contesti differenti da quelli abituali, in quanto si tratta di modificare *mindset* radicati a livello individuale e collettivo. A questo bisogna aggiungere due elementi di rilievo: 1) può verificarsi il paradosso dell'ignoranza in mezzo

⁷ «Physical Technologies (PTs) are methods and designs for transforming matter, energy, and information from one state into another in pursuit of a goal or goals» (Beinhocker 2006, 244).

⁸ «Social Technologies (STs) are methods and designs for organizing people in pursuit of a goal or goals» (Beinhocker 2006, 261).

all'abbondanza informativa, proprio perché i processi innovativi sistematici e diffusi creano incessantemente divari tra dotazioni cognitive degli attori e l'espansione continua dell'universo fisico-digitale; 2) le asimmetrie di varia natura, che necessariamente si creano nelle fasi di trasformazione, divengono con la Grande Accelerazione particolarmente accentuate e estremamente diffuse: tecnico-scientifiche, socio-economiche, geo-politiche, di potere a molti livelli.

Complessità, incertezza, accelerazione sono pertanto causa di ansietà, perché la stretta interconnessione tra Noosfera e sfera bio-fisica rischia di produrre la perdita di controllo dei processi e quindi ansietà. È proprio in questi momenti, però, che individui e collettività hanno bisogno di «strumenti per navigare e dare un senso al futuro» (Friedman 2016).

È un problema irrisolvibile, date le precedenti considerazioni? Non necessariamente. Da dove trarre allora insegnamenti? La risposta suggerita da molti studiosi (come vedremo nel par. 4) e dallo stesso Friedman è suggestiva: imparare da 'Madre Natura' e adottare comportamenti appropriati ai profondi mutamenti in atto. Friedman (2016, Cap. 7) impiega la metafora delle vorticosità rapide di un fiume, per affrontare le quali con speranza di successo egli ritiene utili i consigli della campionessa canadese di kayak, Anna Levesque: quando la corrente del fiume è molto forte «keep your paddle in the water», cioè continua a 'pagaiare cercando di mantenere il ritmo della corrente'. Se si smette di pagaiare e ci si affida solo al timone, lasciandosi guidare dai flutti, ci si espone al rischio di perdere il controllo e di capovolgersi: «The only way to steer is to paddle as fast as or faster than the rate of change in technology, globalization, and the environment. The only way to thrive is by maintaining dynamic stability» (Freedman, 2016: 202-204).

La discontinuità è radicale: dal decidere e agire in condizioni di stabilità occorre passare a processi decisionali e comportamenti adatti alla velocità delle 'correnti vorticosità'. In proposito 'Madre Natura' può insegnarci molto, specie per quanto riguarda le strategie efficaci per assorbire shock più o meno esogeni, cioè per acquisire resilienza⁹. Dalla Natura si possono trarre insegnamenti importanti: flessibilità, cambiamento continuo dei 'progetti' sottoposti al vaglio selettivo del contesto, agilità strutturale e operativa, adozione di forme e meccanismi ibridi, sperimentazione incessante, in una parola adattabilità sulla base di apprendimento interattivo in uno scenario variabile di competizione e cooperazione. Tutto questo avviene perché la Natura affronta problemi sempre nuovi quasi predisponendo in anticipo una gamma di variazioni, la cui efficacia viene selezionata e soggetta a rafforzamento (oppure rimozione) sulla base delle interazioni con l'ambiente. Si tratta quindi di mettere a frutto meglio l'intelligenza umana, che è un prodotto dell'evoluzione naturale. Una direttrice feconda

⁹ Il concetto di resilienza, introdotto per la prima volta da Holling nel 1973 nell'analisi degli ecosistemi, successivamente è stato definito in vari modi (si veda Hunderson 2000). In questa sede viene applicata la formulazione che la rende affine al concetto di stabilità dinamica, ovvero la capacità di un sistema dinamico di resistere a perturbazioni evitando esiti catastrofici.

potrebbe essere quella di elaborare visioni idonee per fasi di intenso cambiamento ponendo attenzione a questi aspetti essenziali: molteplicità di opzioni, ridondanza e modularità (cfr. Cap. 3, par. 4), mix di strategie (consolidamento dell'esistente e continua esplorazione di nuove soluzioni), incessante attenzione e analisi dei problemi per la ricerca di soluzioni innovative.

4. Imparare da Madre Natura

Vi sono lezioni che si potrebbero imparare dalla Natura, di cui è parte l'Umanità che oggi potrebbe esserne influenzata positivamente in conseguenza dei processi che hanno prodotto la Grande Accelerazione, qualora si adottassero alcune direttrici di azione:

1. sviluppo generalizzato di capacità di apprendimento commisurata alle trasformazioni in atto;
2. rafforzamento di meccanismi di adattatività a processi dinamici;
3. ricerca e sperimentazione continua in attività dirette alla soluzione di problemi;
4. immaginazione razionale.

Appare logico chiedersi come sia possibile perseguire proficuamente queste finalità in un'era di così intenso dinamismo. Si cercherà di rispondere in modo specifico per ciascuno dei punti indicati.

4.1 Capacità di apprendimento

Per svilupparla occorre un profondo cambiamento del mindset strategico e operativo di tutti gli attori del Sistema-Terra, che sarà trattato nel prossimo capitolo. È necessario adottare un nuovo modello mentale¹⁰, incentrato su de-

¹⁰ Il concetto di modello mentale è stato definito in molti modi in Intelligenza Artificiale e nelle Scienze Cognitive, sia nell'ambito del cosiddetto 'paradigma simbolico' della prima generazione di IA, che all'interno del 'paradigma sub-simbolico' (reti neurali). La nostra preferenza va al concetto di frame, elaborato da Marvin Minsky, uno dei 'padri' dell'IA simbolica, anche se ovviamente molti aspetti interessanti sono stati trattati secondo altri approcci. «A frame is a data-structure for representing a stereotyped situation like being in a certain kind of living room or going to a child's birthday party. Attached to each frame are several kinds of information. Some of this information is about how to use the frame. Some is about what one can expect to happen next. Some is about what to do if these expectations are not confirmed» (Minsky 1974, 1). «A frame is a sort of skeleton, somewhat like an application form with many blanks or slots to be filed. We'll call these blanks its terminals; we use them as connection points to which we can attach other kinds of information. For example, a frame that represents a "chair" might have some terminals to represent a seat, a back, and legs, while a frame to represent a "person" would have some terminals for a body and head and arms and legs. To represent a particular chair or person, we simply fill in the terminals of the corresponding frame with structures that represent, in more detail, particular features of the back, seat, and legs of that particular person or chair» (Minsky 1985, 245). Il concetto di frame è importante anche nell'ultimo libro di Minsky (2006).

terminati principi generali e criteri metodologici: 1) multiscalarità dei processi; 2) visione sistemica; 3) analisi costante della frontiera tecnico-scientifica; 4) individuazione di una molteplicità di traiettorie tecnico-economiche; 5) immaginazione del futuro e non semplice proiezione dei trend del passato, cercando di orientare i trend possibili, nella consapevolezza che la dinamica è necessariamente indeterminata. Un futuro imprevedibile non implica, però, affidarsi all'imponderabile, bensì immaginare e cercare di orientare le direttrici di evoluzione con la ricerca, la sperimentazione e quindi il continuo arricchimento della conoscenza.

La *multiscalarità dei processi*, la prima assunzione di fondo, scaturisce dall'osservazione che siamo di fronte a dinamiche multi-livello, tendenzialmente a scala globale. Nel prossimo capitolo si argomenterà come l'ottica dell'analisi e della progettazione non possa prescindere dall'orizzonte sempre più ampio degli effetti generati sia dalle decisioni umane ad ogni livello sia, più in generale, da quanto accade nell'universo che va dal subatomico alla scala planetaria. Questa assunzione di base dovrebbe indurre negli umani la consapevolezza delle enormi implicazioni, che micro e macro-decisioni possono avere, a causa delle inevitabili interrelazioni strutturali tra le une e le altre.

Anticipiamo a questo proposito che nel capitolo finale si tenterà di mostrare come possano essere favoriti processi di coordinamento tra le une e le altre, in modo che le interconnessioni tra Noosfera e sfera bio-fisica si sviluppino secondo direttrici non distruttive e potenzialmente catastrofiche per il Sistema-Terra. La sperimentazione nella genomica degli esseri viventi e dei materiali, la progettazione dei sistemi urbani e degli apparati produttivi di beni e servizi, la stessa evoluzione di valori e regole di comportamento hanno a disposizione un enorme potenziale di diffusione e amplificazione.

Di qui deriva la seconda assunzione: la *prospettiva sistemica*, strettamente connessa alla prima, in quanto i processi multiscala si sviluppano grazie a reti di interdipendenze e interazioni, che possono generare effetti non previsti né prevedibili, ma che possono comunque essere ipotizzati, come vedremo tra poco. In tal caso essi diventano punti di orientamento per l'attività, più propriamente umana, di sviluppo incessante delle conoscenze nell'intento di risolvere sempre nuovi problemi di varia natura. Questo è un punto essenziale, perché la crescita esponenziale della potenza computazionale non può essere considerata fine a se stessa, ma va considerata nelle sue interrelazioni sistemiche: fabbisogno energetico crescente, effetti socio-economici, impatto geo-politico, implicazioni sul piano politico-culturale e democratico-istituzionale. La necessità di studiare la dinamica tecnologica in una prospettiva sistemica è ancor più pressante nel periodo attuale, in cui i sistemi socio-economici hanno a disposizione un potenziale tecnico-scientifico caratterizzato da *bias*, ovvero un'eccessiva focalizzazione degli obiettivi e delle linee di ricerca, con avanzamenti rilevanti, ma densi di una molteplicità di grandi rischi.

Gli spunti di riflessione appena adottati fondano la terza assunzione basilare, la *necessità di analizzare costantemente la frontiera tecnico-scientifica*, attraverso la creazione di team multidisciplinari, che sviluppino approcci trans-disciplinari.

Tutto questo è un'implicazione logica della tendenza irreversibile verso processi e prodotti come risultati dell'interazione tra molteplici domini conoscitivi, seguendo itinerari di ricerca sulla base di un insieme variabile di motivazioni: propensione a conoscere e innovare, insorgere di problemi sociali e sanitari, esigenza di sicurezza individuale e collettiva, conseguimento del profitto, desiderio di maggior prestigio e potere.

Emerge ancora una volta l'importanza di pressioni endogene ed esogene ai vari sistemi complessi adattativi, che generano dinamiche imprevedibili.

4.2 Adattatività

Si comprende allora come in questa fase di profonda ed estesa trasformazione la *capacità adattativa* sia una lezione essenziale da trarre nell'osservare Madre Natura. Il che significa superare *lock-in* cognitivi, ovvero il pericolo di essere 'chiusi' in modelli mentali appropriati per un altro tipo di universo operativo, mentre occorre cercare nuove fonti di conoscenza e di ispirazione per i propri comportamenti, che devono misurarsi con grandi sfide e ambienti molto variabili. Per catturare nuovi segnali e flussi informativi, com'è assolutamente necessario in momenti di intenso dinamismo globale, occorre essere consapevoli di un paradosso: bisogna essere ancorati alla propria dotazione cognitiva e al tempo stesso acquisire duttilità mentale e operativa, al fine di aprirsi a innovazioni, potenzialmente emergenti ovunque nel mondo iperconnesso. La soluzione del paradosso può essere perseguita secondo modalità non puramente emotive e/o irrazionali, se si impiegano risorse materiali e intellettuali nella progettazione di attività sperimentali, proprio sulla base delle risorse cognitive possedute, ma con un'apertura mentale verso la complessità del contesto decisionale. Per questa via è possibile tentare itinerari nuovi, ampliare il proprio orizzonte mentale anche – forse grazie – ad errori, un po' come avviene in natura, che procede per tentativi ed errori, analogia frequentemente usata nella letteratura tecnico-scientifica. Gli esseri umani sono però «creature gregoriane» (Dennett 1996, 100)¹¹: «Words and other mind tools give a Gregorian creature an inner environment that permits it to construct ever more subtle move generators and move testers». Grazie alla mente, che interagisce con altre menti, gli umani progettano, sperimentano e accrescono la conoscenza mediante successi e fallimenti.

In sintesi, quindi, la progettazione consapevole di esperimenti in campi inesplorati rispetto alla propria dotazione cognitiva costituisce un'assunzione strategica essenziale, tenendo sempre presente che deve essere strettamente congiunta con la prima. Solo così è possibile perseguire e ottenere quella che consideriamo, insieme a molti centri di ricerca e società di consulenza internazionali, un aspetto essenziale di qualsiasi attività personale e collettiva nella fase di transizione che stiamo vivendo (cfr. Cap. 1): la capacità di re-immaginare il futuro (MGI 2020a).

¹¹ Il termine *creature gregoriane* è ispirato alla teoria della mente e dell'intelligenza elaborata dal grande psicologo inglese Richard Gregory (1981).

Affinché ciò avvenga su basi attendibili occorre rifuggire da formule evocative di emozioni e scenari più o meno attraenti, facendo leva su visioni terrificanti o attrattive, come accade talvolta anche nella letteratura di alto livello. Come ha detto a Friedman il 'Astro' Teller: «we must rewire our societal tools and institutions so that they will enable us to keep pace» con la dinamica tecnico-scientifica, altrimenti il gap con la capacità adattiva umana si amplia, a meno di strategie appropriate di adattamento, come si evince dalle figure 1 e 2, suggerite a Friedman dallo stesso Teller¹².

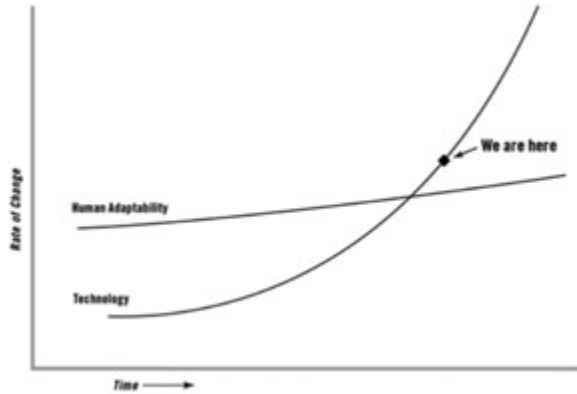


Figura 1 – Tasso di crescita esponenziale della tecnologia vs tasso di quasi lineare di adattabilità umana. [Fonte: Friedman 2016 fig. 1]; © Farrar Strauss Giroux MacMillan Publishers

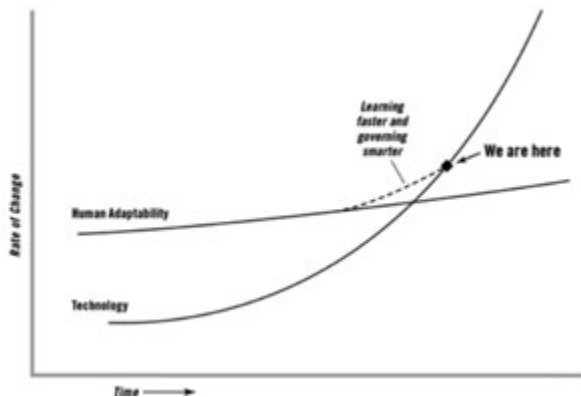


Figura 2 – Migliorare i processi di apprendimento e innovazioni nella dinamica istituzionale per superare il divario indicato nella Fig. 1. [Fonte: Friedman 2016 fig. 2]; © Farrar Strauss Giroux MacMillan Publishers

¹² Astro Teller è CEO del Laboratorio R&S di Google, denominato X, generatore di molte innovazioni. Nel 2017 Teller è stato insignito dell'Edison Achievement Award per tutto quello che ha realizzato nella sua carriera.

4.3 Ricerca, sperimentazione, immaginazione razionale

Siccome il nostro ambito di analisi è tecnico-scientifico e intendiamo creare solide basi cognitive, riteniamo che sia necessario esercitare soprattutto l'intuito razionale, per così dire, in modo da poter non solo immaginare il futuro, ma anche in qualche modo orientarlo. Per comprendere come ciò sia davvero possibile, descriviamo brevemente esempi di questa capacità di immaginazione razionale, basata su un mix di conoscenza, creatività e fantasia ancorata a idee innovative solo in parte esplorate.

Un esempio emblematico a riguardo è costituito da Gordon Moore, conosciuto da molti per aver enunciato nel 1965 la cosiddetta 'legge di Moore'¹³, di cui si discute da anni in merito al suo prossimo e recentemente avvenuto superamento, secondo il CEO di NVIDIA Jensen Huang¹⁴.

Meno noti sono, invece, gli spunti di riflessione anticipatori di molti dispositivi, da Moore avanzati nel 1965 ed ora a disposizione di tutti nel mondo:

Integrated circuits will lead to such wonders as home computers – or at least terminals connected to a central computer – automatic controls for automobiles, and personal portable communications equipment. The electronic wristwatch needs only a display to be feasible today. But the biggest potential lies in the production of large systems. In telephone communications, integrated circuits in digital filters will separate channels on multiplex equipment. Integrated circuits will also switch telephone circuits and perform data processing. Computers will be more powerful, and will be organized in completely different ways (Moore 1965, 1).

La tendenza inizialmente (1965) proiettata su 10 anni, circa il raddoppio della densità di transistor in chip ogni 18 mesi, è confermata fino ad oggi, ma il passo qui riportato prefigura impieghi in cui è facile riconoscere nell'ordine: pc, pc collegati in cloud, dispositivi di controllo delle auto, strumenti di comunicazione personali, orologi da polso con display informativi, nuovi sistemi di telefonia.

Moore non è però il solo ad usare quella che abbiamo chiamato *immaginazione razionale*. Nei primi anni '90, al PARC (Palo Alto Research Center, della Rank Xerox) Mark Weiser (1991, 1993) e il suo team di ricerca multidisciplinare ipotizzavano e quindi progettavano, sulla base anche di letture antropologiche, dispositivi computazionali distribuiti nell'ambiente (*Ubiquitous Computing*), connessioni wireless, badge personali elettronici¹⁵ (card), tecnologia *calm and*

¹³ «The complexity for minimum component costs has increased at a rate of roughly a factor of two per year [...] There is no reason to believe it will not remain nearly constant for at least 10years» (Moore 1965, 2). L'enunciazione di Moore è stata denominata 'legge di Moore' dal suo amico e professore al Caltech Carver Mead.

¹⁴ Al Consumer Electronic show di Las Vegas del 2019 Huang ha dichiarato: «Moore's Law is dead, GPUs will soon replace CPUs» (i GPU sono processori grafici che sostituiranno i tradizionali processori centrali, o CPU).

¹⁵ Weiser (1991) riferisce che il Centro di Ricerca Olivetti-Cambridge University è stato il primo a introdurre dispositivi del genere.

silent (diventerà *Pervasive Computing*), come si vede dalla riproduzioni fotostatiche dell'originale mostrato in figura 3.

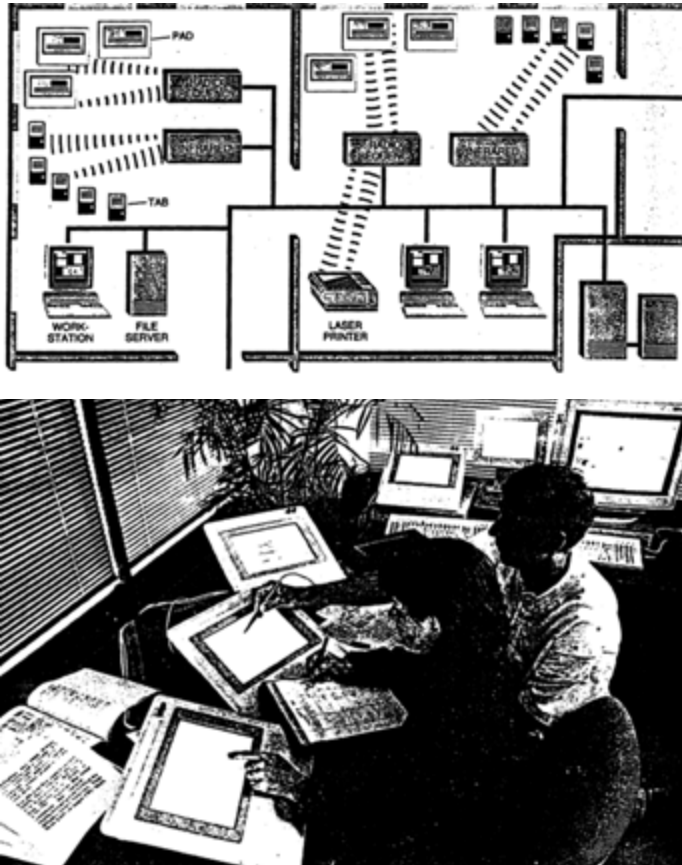


Figura 3 – 'Pad', touchscreen, dispositivi di scrittura manuale su schermo, sistemi wireless. [Immagine dal Laboratorio diretto da Weiser]

5. Cosa possiamo dedurre dall'analisi fin qui svolta?

Nei periodi di complessità, incertezza e ansietà generalizzata è possibile e necessario orientarsi, anche in presenza di processi e dinamiche fuori controllo. Questo è possibile se si è capaci di introdurre fattori e meccanismi innovativi tali da orientare l'evoluzione degli scenari, oppure di acquisire conoscenze in sintonia con tendenze emergenti, che sono sempre molteplici e non definite all'inizio. È chiaro, però, che affinché ciò avvenga è fondamentale la propensione all'attività esplorativa, l'assunzione di nuove direttrici di fondo per l'orientamento decisionale ed operativo, la ricerca costante di segnali di rinnovamento.

Solo così l'attività di progettazione può essere interessante, efficace e potenzialmente utile a ridurre o evitare rischi eccessivi.

Le sfide di fronte all'Umanità, a partire dalla pandemia in atto, sono rilevanti, tanto che Centri di Ricerca Internazionali come il World Economic Forum (WEF) hanno iniziato a trattare la questione di un *Great Reset* (WEF 2020). Vi è una consapevolezza diffusa che occorre 'reimpostare' i sistemi socio-economici su nuove basi: il WEF ritiene che «it is time for a great reset» e indica «5 steps to reboot business in the COVID-19 era: Reflect, Recommit, Re-engage, Rethink and Reboot». Il McKinsey Global Institute (MGI 2020b) sostiene: «What leaders need during a crisis is not a predefined response plan but behaviors and mindsets that will prevent them from overreacting to yesterday's developments and help them look ahead». Il WEF descrive 4 *Building blocks of the Great Reset*: cambiare mindset; creare una nuova metrica per valutare i fattori di cambiamento; «ridurre la distanza tra le leadership e la vita del resto di noi» (WEF 2020). Il Boston Consulting Group (BCG 2020) propone «new hybrid learning organizations combining both AI and human ingenuity, a more effective approach to change, leveraging human diversity for resilience and innovation, and the creation of trusted, purposeful organizations», in modo da accelerare l'apprendimento in un ambiente che cambia rapidamente e quindi acquisire resilienza. In realtà la trasformazione necessaria è ancora più profonda: la crisi globale è multiforme e richiede che si cambi il modello di business, superando l'ottica della profittabilità di breve periodo (*shareholder returns*) con l'adozione di modelli innovativi di business basati sulla sostenibilità e sugli *stakeholders interests*, cioè con un orizzonte strategico che incorpori finalità socio-economiche ed energetico-ambientali (Young, Reeves 2020). Il Covid-19 e i problemi ambientali spingono anche il Fondo Monetario Internazionale (IMF) a porre al centro delle strategie di superamento dell'attuale momento critico tre componenti fondamentali: *digital transformation, going green, building fairer societies* (IMF 2020).

Naturalmente gli organismi e i centri citati sono solo un piccolo sottoinsieme degli organismi internazionali che convergono nell'indicare per la 'Grande Trasformazione' orizzonti strategici con al centro temi quali: innovazione digitale, sostenibilità ambientale globale, equità, riduzione delle disuguaglianze, profondi mutamenti dei processi formativi (sull'ultimo tema si veda OECD 2020).

L'analisi svolta finora ha consentito di illustrare una serie di rilevanti questioni. Nei prossimi capitoli approfondiremo alcuni concetti di fondo sia sul piano teorico che operativo, per proporre infine una serie di indicatori operativi, in modo da poter valutare la validità di strategie e progetti, la loro efficacia realizzativa, specialmente alla luce di quanto è stato illustrato in merito all'evoluzione del Sistema-Terra.

Si cercherà di mostrare come tutto questo sia realizzabile concretamente nella fase storica odierna, caratterizzata dal verificarsi sempre più frequente di eventi critici, variazioni climatiche estreme, pandemie, crisi economico-finanziarie e socio-politiche.

Bibliografia

- Andersen, K.G. et al. 2020. "The proximal origin of SARS-CoV-2." *Nature Medicine* 26 (April 2020): 450-455.
- Balte, M. 2020. "Artificial Intelligence (AI) in Supply Chain Planning, The Future is Here & Now." *The European Business Review*, 1-10.
- BCG. 2020. "Leading out of adversity." <<https://www.bcg.com/it-it/publications/2020/business-resilience-lessons-covid-19>> April 9, 2020 (2021-03-10).
- Beinhocker, E.D. 2006. *The Origin of Wealth. Evolution, Complexity, and the Radical Remaking of Economics*. Brighton: Harvard Business Scholl Press.
- Brynjolfsson, E., e A. McAfee. 2014. *The Second Machine Age*. New York: W.W. Norton & Company.
- Callaway, E. 2020. "Revolutionary Technique Sees Individual Atoms." *Nature* 482 (June, 11): 156-157.
- Cohen, J. 2020. "Mining coronavirus genomes for clues to the outbreak's origins." *Science AAAS*, January 31.
- Courtney, H.G., Kirkland, J., e S.P. Viguerie. 2000. *Strategy under uncertainty*. MGI.
- Cowen, T. 2010. *The Great Stagnation*. New York: Dutton.
- Crow, D. 2020. "The next virus pandemic is not far away." *Financial Times*, 6 August, 2020.
- Crutzen, P.J. 2002. "Geology of mankind – The Anthropocene." *Nature* 415 (January): 23.
- Dennett, D.C. 1996 *Kinds of Mind*. New York: Basic Books.
- Deutsch, D. 1997. *La trama della realtà*. Torino: Einaudi.
- Dosi, G., e M. Egidi. 1991. "Substantive and procedural uncertainty. An exploration of economic behaviours in changing environments." *Journal of Evolutionary Economics*>> 1: 145-168.
- Friedman, T.L. 2016. *Thank You for Being Late: An Optimist's Guide to Thriving in the Age of Accelerations*. New York: Farrar Strauss Giroux MacMillan Publishers.
- Gaffney, O., e W. Steffen. 2017. "The Anthropocene equation." *The Anthropocene Review*>> 4 (1): 53-61.
- Gordon, R.J. 2012. "Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds." *NBER Working Paper* 18315.
- Gregory, R.L. 1981. *Mind in Science. History of Explanations in Physics and Psychology*. London: Widenfeld and Nicholson.
- Hassani, B.K. 2016. *Scenario Analysis in Risk Management*. New York: Springer.
- Hibbard, K.A. et al. 2005. "Decadal interactions of humans and the environment." In: *Integrated History and Future of People on Earth*, ed. by R. Costanza, Dahlem Workshop Report 96, 341-375. Cambridge: MIT Press.
- Horizon – The EU Research & Innovation Magazine. 2020. "The Age of Anxiety." <<https://horizon-magazine.eu/article/age-anxiety.html>> June 9, 2020 (2021-03-10).
- Hunderson, L.H. 2000. "Ecological Resilience – In Theory and Application." *Annual Review of Ecology and Systematics* 31: 425-439.
- IMF 2020. "From Great Lockdown to Great Transformation." <<https://www.imf.org/en/News/Articles/2020/06/09/sp060920-from-great-lockdown-to-great-transformation>> June 9, 2020 (2021-13-10).
- Lehmacher, W. 2016. *The Global Supply Chain. How Technology and Circular Thinking Transform Our Future*. New York: Springer.
- Levin, S.A. 1998. "Ecosystems and the Biosphere as Complex Adaptive Systems." *Ecosystems* 1: 431-436.
- Lewis, S.L., e M.A. and Maslin. 2015. "Defining the Anthropocene." *Nature* 519: 171-80.

- Lorenz, E.N. 1972. *Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?*. American Association for the Advancement of Science, 139 Meeting, December 29.
- MGI. 2020a. *The future of business: Reimagining 2020 and beyond*. McKinsey Global Institute, July.
- MGI. 2020b. *Leadership in a crisis: Responding to the coronavirus outbreak and future challenges*. McKinsey Global Institute, March.
- Minsky, M. 1974. *A Framework for Representing Knowledge*. Massachusetts Institute of Technology A.I. Laboratory, Memo N. 306, June.
- Minsky, M. 1986. *The Society of Mind*. New York: Simon & Schuster.
- Minsky, M. 2006. *The Emotion Machine*. New York: Simon & Schuster.
- Mokyr J., et al. 2015. "The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?" *Journal of Economic Perspectives* 29 (3): 31-50.
- Moore, G.E. 1965. "Cramming more components onto integrated circuits." *Electronics* 38 (8), April 19.
- OECD. 2020. "Future of Education and Skills 2030." <<https://www.oecd.org/education/2030-project/>> (2021-03-10).
- Owen, J. 2020. "20 of the worst epidemics and pandemics in history." *Live Science*, March, 20.
- Polanyi, K. 2000 (1944). *La Grande Trasformazione*. Torino: Einaudi.
- Plsek, P.E., e T. Greenhalgh. 2001. "The Challenge of Complexity in Health Care." *British Medical Journal of Clinical Research*, October.
- Ruddiman, W.F. 2013. "The Anthropocene." *Annual Review of Earth and Planetary Science* 41: 45-68.
- Shrage, M. 2017. "4 Models for Using AI to Make Decisions." *Harvard Business Review - Blog*, January.
- Sohrabi, S. et al. 2018. *An AI Planning Solution to Scenario Generation for Enterprise Risk Management*. Association for the Advancement of Artificial Intelligence.
- Steffen, W. et al. 2004. *Global Change and the Earth System. A Planet Pressure*. New York: Springer.
- Steffen, W. et al. 2007. "The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature." *A Journal of the Human Environment* 36 (8): 614-621.
- Steffen, W. et al. 2015. "The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration." *The Anthropocene Review* 2 (1): 81-98.
- WEF. 2020. "Great reset Initiative." <<https://www.weforum.org/great-reset>> (2021-03-10).
- Weiser, M. 1991. "The Computer for the 21st Century." *Scientific American*, September.
- Weiser, M. 1993. "Some Computer Science Issue non Ubiquitous Computing." *Communication at the ACM* 361 (7).
- Young, D., e M. Reeves. 2020. *The Quest for Sustainable Model of Innovation*. BCG, Henderson Institute, March.