



# Digitalizzazione e predizione: ripensare i modelli di decision making

## Digitalization and prediction: rethinking decision-making models

---

Pierluigi Richini

Istituto Quadrifor - p.richini@quadrifor.it

### ABSTRACT

The *game changer* character of digitalization is requiring the formulation and use of new concepts and languages, to describe a transformation that, even before economic and organizational, defines a new human condition. The present paper refers to the new role of the cognitive mechanism of *feedforward* that, in a society based on a high growth of interconnected sensors, modifies the processes of knowledge and decision-making, laying the foundations for a new field of competence, the *future literacy*.

Il carattere di *game changer* della digitalizzazione sta richiedendo la formulazione e l'impiego di nuovi concetti e linguaggi, per descrivere una trasformazione che, prima ancora che economica e organizzativa, definisce una nuova condizione umana. Il presente contributo prende a riferimento il nuovo ruolo del meccanismo cognitivo del *feedforward* che, in una società basata su una elevata crescita di sensori interconnessi, modifica i processi di conoscenza e di decision-making ponendo le basi per un nuovo ambito di competenza, la *future literacy*.

### KEYWORDS

Digitalization, Feedforward, Anticipatory Thinking, Decision-Making.  
Digitalizzazione, Feedforward, Pensiero Anticipatorio, Processo Decisionale.

## 1. Digitalizzazione, sensori, predizione

CB Insights, autorevole ed innovativa società di analisi di trend *technology-driven*, ha recentemente condotto uno studio finalizzato ad identificare le start-up che a partire dall'anno in corso svolgeranno un ruolo di *game-changer* in ambito medico-scientifico, economico e sociale<sup>1</sup>. Lo studio evidenzia, quale fattore comune ai diversi prodotti e servizi innovativi, un impiego accresciuto e diffuso di sensori e algoritmi. Si tratta cioè della capacità di intervenire in molteplici campi a partire da strumenti di rilevazione di dati estremamente sofisticati e dalla possibilità di elaborarli in maniera indipendente dall'intervento umano, fornendo informazioni di carattere anticipatorio sugli eventi.

I sistemi produttivi concepiti nel quadro dell'attuale rivoluzione industriale presentano già ampie opportunità di anticipazione sia dei comportamenti delle macchine, prevenendo le necessità di integrazione di processi, sia dei possibili errori e delle esigenze di manutenzione. Ma la capacità predittiva resa disponibile da sensori e algoritmi si estende in maniera più ampia nell'ambiente (monitorando cambiamenti climatici, rischi di degrado ambientale, inquinamento degli oceani, eventi naturali, processi agricoli, comportamenti degli animali allo stato brado e in cattività) e a livello dei singoli individui, ponendo temi che richiedono nuove riflessioni sul piano filosofico, psicologico, sociologico, etico ed educativo-formativo.

Ciò in quanto, come osserva Jennifer Gabrys (2016) a proposito della relazione con l'ambiente, «il monitoraggio ambientale attraverso reti di sensori è la pratica di *costruire* – e non solo catturare – gli ambienti intesi come processi». Il mondo che ci circonda è un mondo ridefinito, il cui senso è ricostruito. Si tratta di uno slittamento del concetto di esperienza che porta il filosofo dell'informazione Accoto ad asserire che poiché «le tecnologie di sensing e di mining sono in grado di catturare nuovi dati sul mondo e alimentare con questi dati il nostro futuro prima che arrivi alla nostra percezione conscia, queste tecnologie riposizionano l'umano sulla base di una operatività del mondo che non lo vede più al centro» (Accoto, 2017, p. 83).

La sensorizzazione è intimamente collegata con il concetto di predizione ma è altrettanto evidente come essa esprima una ridefinizione dell'esperienza e un nuovo processo di creazione di senso.

Sul piano individuale, l'elevato numero di sensori presenti anche negli oggetti della quotidianità e l'interconnessione tra essi<sup>2</sup> richiede elaborazioni decentrate dei dati prodotti, consentendo anche a singole persone la disponibilità di informazioni prima impensabili.

È l'esempio dei sensori implementati nei *wearable* per motivi di controllo sanitario o per la sicurezza sul lavoro, che rende nuovo il nostro concetto di esperienza del mondo. Ancora Accoto evidenzia come «lavorando su dimensioni

- 1 CB Insights (2019). Con il termine *game changer* si intende «un evento, un'idea o una procedura che produce un cambiamento significativo nel modo attuale di fare o pensare qualcosa. Un elemento o fattore di nuova introduzione che modifica una situazione o un'attività esistente in modo significativo» (da CB Insights, id., p. 6)
- 2 Solo in uno smartphone sono presenti una decina circa di sensori diversi. Contengono sensori i nostri accessori indossabili, gli elettrodomestici e le case, i mezzi di locomozione e gli uffici, le fabbriche e le città. Tenendo conto che entro il 2021, secondo la società americana Gartner, ben 25 miliardi di dispositivi saranno connessi tra loro, la mole di dati prodotta è e sarà sempre più estremamente elevata.

temporali sottopercepite dall'umano, le tecnologie digitali e artificiali catturano con anticipo i dati di un (tempo) presente a noi inaccessibile per costruire un futuro (tempo) presente che sarà attingibile solo successivamente alla nostra percezione, esperienza e coscienza» (Accoto, 2017, p. 84).

La capacità predittiva indotta dai sensori e un rinnovato processo di conoscenza si posizionano, in una prospettiva di consolidamento di questa tendenza tecnologica, nella cornice di una nuova condizione tecno-umana e un nuovo processo di sense-making, a partire dal corpo fino alla ridefinizione dell'ambiente, con una risignificazione del concetto di "naturale".

La microtemporalità anticipata fornita dai sensori pone di fronte ad una diversa valutazione dei modelli di cognizione e di decisione, che si sta esprimendo con la rivalutazione di uno dei meccanismi di elaborazione dell'informazione, la capacità di creare *feedforward*.

## 2. Il rinnovato ruolo del meccanismo cognitivo del feedforward

### 2.1. Il costrutto del feedforward come meccanismo di decision making

Differentemente dal *feedback*, che consente la regolazione (a posteriori) di un comportamento in base alla valutazione della rispondenza dei suoi esiti ad un obiettivo dato, il *feedforward* si riferisce alla selezione (a priori) di un'azione in base alla predizione del futuro stato del sistema.

Entrambi i meccanismi sono stati sviluppati nell'ambito delle scienze cognitive e della cibernetica negli anni '50-'60 dello scorso secolo, come processi di alimentazione informativa dei sistemi strettamente integrati tra loro da un punto di vista funzionale.

Peraltro, il meccanismo del *feedback* ha ricevuto un grande consenso nella comunità scientifica, al punto da oscurare il suo complementare.

Dodd Bogart, in un suo articolo del 1980 che presenta in modo esauriente i meccanismi cognitivi che sottostanno alla gestione strategica dell'informazione nei sistemi aperti, riporta nell'incipit come von Bertalanffy, sin dal 1968, contestasse nei suoi scritti l'uso frequente, da parte della comunità scientifica, del modello del *feedback* nel quadro della Teoria dei Sistemi da egli elaborata: «È importante riconoscere che i sistemi di *feedback* e di controllo omeostatico sono una classe significativa ma speciale dei sistemi di auto-regolazione e dei fenomeni di adattamento» (Bertalanffy, 1968, p. 36) Per Bertalanffy il *feedback* era una forma di regolazione secondaria, utile a determinare l'efficienza dei sistemi o di parti di essi, ma non la più importante.

Il costrutto del *feedforward* ha profonde radici storiche. Già dal 1899 Robert Woodworth, allievo di William James, osservò che le azioni motorie frequentemente consistevano di una "ballistic phase", nella quale l'agente definisce il movimento con cui la propria mano può avvicinarsi con la migliore approssimazione ad un oggetto, e una "homing phase" in cui la riduzione della velocità del movimento può consentire un allineamento con i tempi del *feedback* e, quindi, il perfezionamento dell'azione motoria.

Nel 1968 il semanticista americano Richards utilizzò per la prima volta il termine *feedforward* intendendo con esso «il reciproco della condizione necessaria che i teorici della cibernetica e dell'automazione intendono con *feedback*» (Richards, 1968, p. 14). DeGreene, nel 1973, suggerì che l'attività umana di previsione può essere considerata come una forma di *feedforward*.

Il feedforward è rappresentabile come una sequenza di cinque fasi:

1. Il primo step del processo prende avvio da un'azione o da un processo che avviene nell'ambiente; si tratta di eventi manifesti o che possono essere al di sotto della consapevolezza e i cui effetti potranno manifestarsi solo a distanza di tempo; in ogni caso si tratta dell'introduzione di una rottura di un equilibrio o di un evento che può minacciare di diventarla;
2. I sensori presenti nell'ambiente rilevano l'azione generando un segnale di feedforward;
3. Il terzo step consiste nel flusso di informazione, di trasmissione del segnale (*feedforward arc*) all'interno del sistema;
4. Il segnale viene recepito da un meccanismo interno al sistema che può dare luogo ad una decisione per una azione adattiva;
5. Il sistema determina una risposta al segnale di feedforward con misure a contrasto o in accordo con comportamenti precedenti.

È evidente come tale meccanismo anticipatorio, alla base della presa di decisioni, abbia a che fare con la rilevazione di una discrepanza e con la ricerca di una nuova omeostasi. Come abbiamo visto, in una società basata sulla crescita esponenziale di sensori e algoritmi, questi interferiscono, potenziando tale dinamica più che in passato.

La rivalutazione del modello del feedforward è dovuta al suo relativamente recente impiego da parte della computer science nello sviluppo delle reti neurali. Possiamo anche dire che se il successo del feedback nelle scienze organizzative ha avuto una sua ragion d'essere in condizioni di relativa stabilità, il feedforward, quale processo di aggiustamento del comportamento in grado di anticipare i cambiamenti, è tanto più chiamato in causa quanto più si è in presenza di molteplici segnali esterni inerenti la modifica (non necessariamente conscia o manifesta, ma allertata dai sensori) di uno stato.

Nella nuova condizione di trasformazione tecnologica, pertanto, feedback e feedforward diventano processi fortemente integrati e indispensabili l'uno all'altro, rappresentando due "famiglie" delle strategie di decision making.

## 2.2. *Feedforward, temporalità, predizione*

Il primo modello di psicologia cognitiva creato nel quadro concettuale dell'elaborazione umana dell'informazione è il Modello T.O.T.E. (Miller, Galanter & Pribram, 1960), fondamentalmente centrato sul meccanismo del feedback<sup>3</sup>. Nel 1977, in Italia, Olivetti Belardinelli ha implementato nel modello una unità di feedforward (FF): le informazioni sensoriali vengono trasferite sia all'unità Test (T) sia all'unità FF. Mentre la prima unità offre una valutazione delle modifiche apportate nel sistema, la seconda confronta le informazioni in ingresso con un potenziale

- 3 Il modello T.O.T.E. prevede che un input sensoriale venga dapprima vagliato in entrata (Test), al fine di indurre un cambiamento nei comportamenti in funzione di ciò che non appare congruo (Operate); quanto elaborato, appreso o prodotto viene quindi valutato ulteriormente (Test) e, secondo l'esito, può essere riformulata la sequenza O-T oppure uscire dal modello (Exit). In altri termini, il modello T.O.T.E è considerato in ambito cognitivista come il processo, sia conscio che inconscio, con cui valutiamo la realtà (esterna o interna) per apprendere nuovi comportamenti agibili.

livello di adattamento, identificando uno stato desiderato futuro, ossia la fine del processo.

Nel dominio psicologico tale processo, oltre ad essere strettamente connesso ai concetti di omeostasi e di riduzione della discrepanza, quindi, interviene sulla motivazione. Laddove infatti le risposte possibili identificate non sono predeterminate, il processo feedforward determina anche l'investimento motivazionale necessario. La necessità di disporre di conoscenze tali da consentire la riduzione della tensione tra organismo e ambiente supporta l'affermazione che «la cognizione è intrinsecamente future-oriented» (Lyon 2006).

Il feedforward, quale processo di aggiustamento del comportamento in grado di anticipare i cambiamenti, si basa sulla regolazione di 4 parametri (Basso, Belardinelli, 2006):

1. *Controller gain*, ovvero la capacità di cogliere segnali deboli di cambiamento;
2. *Lead time*, ossia il tempo che intercorre tra la consapevolezza della necessità di un'azione e l'effettivo intraprenderla e completarla; è una "misura" di efficienza e prontezza del sistema cognitivo;
3. *Lag time*, il tempo che intercorre tra il completamento del processo e la comprensione dell'effettiva avvenuta soluzione del problema che lo ha generato;
4. *Dead time*, cioè il tempo tra il compimento dell'azione e la produzione di un effetto sull'ambiente. La valutazione di questo lasso di tempo (traducibile nella domanda *quando la mia azione produrrà un impatto?*) assume quindi particolare rilevanza nel processo.

La dimensione temporale del processo di feedforward costituisce un aspetto fondamentale per le qualità dinamiche del decision making, fintanto che il *dead time*, il ritardo tra la decisione e i suoi effetti sull'ambiente, interferisce sia con i feedback intermedi sia con la percezione di auto-efficacia.

Il modello del feedforward sta così influenzando lo sviluppo di diversi ambiti scientifici. A partire dal campo delle neuroscienze (con particolare riferimento ai sistemi visivi e motori, e delle relative ricadute nel campo della clinica della riabilitazione e dell'apprendimento<sup>4</sup>) a quello dell'architettura delle reti neurali e del *deep learning* per lo sviluppo di previsioni in ambito produttivo, dalle scienze sociali all'analisi dei modelli di organizzativi e di business. In particolare, per quanto concerne quest'ultimo campo, un forte impulso è dato dalla crescita della *platform economy*; come osserva Accoto, «le architetture a piattaforma lavorano in modalità "feedforward", non più solo a "feedback" (...). Le aziende finora hanno lavorato in "real-time" (in modalità archivio) cercando di analizzare - con la business intelligence - il comportamento dei "consumatori" accaduto o non appena accadeva. (...) Ora, invece, abbiamo iniziato a lavorare in "near-time" (in modalità oracolo). Stiamo cioè portando l'informazione degli eventi futuri (*forward time*) nel nostro presente per poterla modellare prima che gli eventi accadano» (Accoto, 2018, p. 87).

4 Cfr. il già citato articolo di Basso e Olivetti Belardinelli (2006), alle pagine 78-83, e il più recente contributo di Khorsand et al. (2015).

### 3. Prendersi cura del non-ancora del futuro

L'incidenza crescente e pervasiva delle tecnologie digitali in ogni aspetto della vita delle persone implica una alterazione della percezione identitaria dei soggetti, degli immaginari individuali e sociali, delle modalità di costruzione di ciò che è reale e "naturale". Benanti afferma che in tali condizioni «possiamo usare il neologismo *riontologizzare* per fare riferimento al fatto che tale forma non si limita solo a configurare, costruire o strutturare un sistema (...) in modo nuovo, ma fondamentalmente comporta la trasformazione della sua natura intrinseca, vale a dire della sua ontologia. In tal senso, computer e algoritmi non stanno soltanto ricostruendo il nostro mondo: lo stanno *riontologizzando*» (Benanti, 2018, p. 73).

A fronte di tale trasformazione e in ragione delle sue specificità, la relazione tra umano e tecnica va letta in chiave non antropocentrica, offrendo risposte nuove alle modalità di cognizione, relazione e apprendimento.

Se la velocità del cambiamento aumenta il rischio di rimanere esclusi dall'accesso alle opportunità – a fronte delle quali le policy europee sospingono quelle nazionali ad una più intensa ed attenta riorganizzazione delle risorse educative – ben più rilevante è quello legato ad una difficoltà ad identificare traiettorie di ricostruzione di senso e di ridefinizione di consapevoli processi individuali di sviluppo.

Come afferma Ferrante, «nello scenario attuale la pedagogia deve impegnarsi ad elaborare delle strategie per sorreggere e orientare gli odierni processi di mutamento ibridativo che coinvolgono i singoli individui, la comunità umana e il vivente», per «sostenerne la capacità di pensare le trasformazioni e di pensarsi in trasformazione sullo sfondo di un mutamento antropologico ed ecologico tecnologicamente mediato» (Ferrante, 2014, p. 125).

Lo sviluppo di un nuovo codice predittivo si incontra così con la necessità indicata da Pinto Minerva (2004) di «incentivare una modalità di pensiero flessibile, mobile, previsionale, utopico e ibridativo, che coniughi ragione e immaginazione, imparando a prendersi cura del non-ancora del futuro, oltre che del "qui ed ora"».

Un'area promettente, in tale direzione sembra essere offerta dalle recenti riflessioni scientifiche e metodologiche sull'emergenza di una *Future Literacy*, promossa da Riel Miller, Head of Foresight presso l'UNESCO di Parigi.

Miller focalizza come gli esseri umani utilizzino le proprie capacità sensoriali e abilità immaginative per distinguere i fenomeni di continuità e discontinuità in ciò che li circonda e per anticipare ciò che ancora non esiste. Di converso, i processi di anticipazione che consentono di pensare a futuri possibili influenzano la capacità di estrarre significato dai propri dati sensoriali (tra i quali possiamo aggiungere anche quelli forniti dai sensori digitali). Per padroneggiare tali processi Miller indica la necessità di una nuova forma di Literacy, che l'autore definisce *Future Literacy*, come qualità e competenza umana di anticipazione del non esistente. Si tratta di uno "using the future"<sup>5</sup> che può esprimersi in tre forme diverse per contenuto e per categorie metodologiche (Miller et al. 2018):

- a) *Optimization*, con la quale si impongono modelli del passato nella lettura anticipatoria del futuro privilegiando metodi predittivi causali e, ad esempio, serie storiche;

5 Termine che, a detta dello stesso autore, è difficilmente traducibile e poco diffuso, ma intuitivo.



- b) *Contingency*, preparandosi a “sorprese” possibili già parzialmente riconosciute, con un ampio ventaglio di tecniche di carattere simulativo;
- c) *Novelty*, che richiede di espandere le percezioni del presente per identificare nuovi modi di costruire significati, esplorando e inventando nuove forme dei futuri possibili.

La Future Literacy diventa così l’abilità di selezionare e utilizzare differenti sistemi e processi di anticipazione, in relazione agli obiettivi e ai contesti. Non è identificabile come processo di decision making in quanto, come sostiene l’autore, immaginare il non ancora del futuro gioca innanzitutto un ruolo su ciò che vediamo nel presente, e solo una volta espansa tale percezione è possibile effettuare delle scelte.

Si tratta di un ambito del tutto nuovo e su cui concentrare riflessioni e azioni di ricerca in ambito formativo<sup>6</sup>. Di sicuro la disciplina dell’anticipazione richiede ai sistemi educativi di andare oltre a logiche “push”, definite dai curricula formativi, per condurre verso il “pull” della ricerca del nuovo e del sapere.

### Riferimenti bibliografici

- Accoto, C. (2017). *Il mondo dato. Cinque brevi lezioni di filosofia digitale*. Milano: Egea.
- Accoto, C. (2018). Il business di imprese e piattaforme tra archivi e oracoli. *Harvard Business Review*, Dicembre, 84-87.
- Basso, D. & Olivetti Belardinelli, M. (2006). The role of feedforward paradigm in cognitive psychology. *Cognitive Processing*, 7, 2, 73-88.
- Benanti, P. (2018). *Oracoli. Tra algoretica e algocrazia*. Roma: Luca Sossella.
- Bertalanffy L.V. (1968). *General systems theory*. New York: George Brazeller. Trad. it. *Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppo, applicazioni*. Milano: Mondadori, 2004.
- Bogart, D.H. (1980). Feedback, feedforward, and feedwithin: strategic information in systems. *Behavioral Science*, 25, 237-249.
- CB Insights (2019). *Game Changers 2019. Emerging trends to watch and high momentum startups with world-changing potential* [Electronic version]. Retrieved March 9, 2019 from <<https://www.cbinsights.com/research/report/game-changing-startups-2019/>>
- DeGreene, K.B. (1973). *Sociotechnical systems*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Ferrante, A. (2014). *Pedagogia e orizzonte post-umanista*. Milano: LED.
- Gabrys, J. (2016). *Program Earth. Environmental sensing technology and a making of a computational planet*. Minneapolis: University of Minneapolis Press.
- Goody, W. (1959). Two directions of memory. *Journal of Individual Psychology*, 15, 83-88.
- Khorsand, P., Moore, T. & Soltani, A. (2015). Combined contributions of feedforward and feedback inputs to bottom-up attention. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-11. Retrieved Jan 30, 2019, from <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/sections/perception-science#articles>.
- Lyon, P. (2006). The biogenic approach to cognition. *Cognitive Processing*, 7, 11-29.
- Miller, G.A., Galanter, E. & Pribram K.H., (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Henry Holt & Co. (trad. it: *Piani e strutture del comportamento*. Milano: Franco Angeli, 1974).
- Miller, R. (2015). Learning, the Future, and Complexity: An Essay on the Emergence of Futures Literacy. *European Journal of Education*, 50 (4), 513-523.
- Miller, R., Poli, R. & Rossell, P (2018). The Discipline of Anticipation. *Foundations for Future*

6 L’autore del presente contributo sta avviando sperimentazioni sul pensiero anticipatorio nel quadro dell’offerta di formazione continua dell’Istituto Quadrifor, i cui risultati verranno pubblicizzati non appena disponibili.

Literacy. In Miller, R., Poli, R., Rossell, P. & Tuomi I. *Transforming the Future: Anticipation in the 21st Century*. London: Routledge. Open access, retrieved Jan 30, 2019, from <<https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781351047999>>.

Olivetti Belardinelli, M. (1977). Comportamento motivato e processi di apprendimento: un modello sistemico per la verifica operativa. *Comunicazioni Scientifiche di Psicologia Generale*, 4, 7-32.

Pinto Minerva, M. & Gallelli, R. (2004). *Pedagogia e post-umano. Ibridazioni identitarie e frontiere del possibile*. Roma: Carocci.

Richards A. (1968). The secret of feedforward. *Saturday Review*, 14.

Woodworth, R.S. (1899). The accuracy of voluntary movement. *Psychological Review Monograph Supplements*, 3, 3, 1-114.