

# **SPAZIO INTERMEDIO, GEMELLI DIGITALI ED ECONOMIA DI RETE**

*Un nuovo paradigma per la finanza del futuro*

**Carlo Mancosu<sup>1</sup>, Silvano Tagliagambe<sup>4</sup>, Roberto Spano<sup>2</sup>,  
Nicola Pirina<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup> Head of Innovation, BFlows S.r.l., Cagliari, Italia

<sup>2</sup> Chairman, BFlows S.r.l., Cagliari, Italia

<sup>3</sup> CEO Kitzanos Startup Studio e Responsabile Innovazione, Gabinetto della Presidenza,  
Regione Autonoma della Sardegna, Cagliari, Italia

<sup>4</sup> Professore Emerito di Filosofia della Scienza,  
Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italia

*Pubblicato in:*

***Gemelli Digitali Territoriali***

*Prima monografia italiana dedicata ai gemelli digitali territoriali*

*A cura di Roberto Masiero*

*Università Ca' Foscari di Venezia*

*ZeL Edizioni, 2024*

# 1. Parte 1: Lo spazio intermedio e i Gemelli digitali

## 1.1. Lo spazio intermedio

Lo spazio intermedio è uno spazio di confine, di ibridazione e di dialogo tra discipline, culture e visioni del mondo apparentemente distanti. Non è un luogo di sintesi o di fusione, ma di confronto e di reciproco arricchimento, in cui le differenze non vengono annullate ma valorizzate nella loro specificità.

Se ci si riferisce a esso, le logiche e i linguaggi di ambiti diversi (come la scienza, la filosofia, l'arte, la spiritualità) possono interagire e contaminarsi a vicenda, generando nuove forme di conoscenza e di azione. Lo spazio intermedio è quindi un luogo di creatività e di innovazione, in cui le soluzioni ai problemi emergono dal confronto tra prospettive molteplici.

Per esemplificarlo possiamo prendere in considerazione la definizione di paesaggio che è alla base della Convenzione Europea del Paesaggio, firmata a Firenze il 20 ottobre 2000: «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni». Si parla pertanto di territorio, dunque di qualcosa che esiste là fuori, così come è percepita dalle popolazioni, quindi come vive dentro gli uomini, nel loro universo interiore. È una definizione chiaramente incompatibile con la netta distinzione tra fuori e dentro, tra esterno e interno, e che fa dunque saltare la relativa coppia opposizionale che siamo soliti adottare.

La complessità dell'operazione di far combaciare i bordi di due mondi contrastanti è indagata e analizzata con acume da Fabio Merlini (2022), il quale approfondisce l'ampio spettro di possibilità con cui deve essere interpretata e vissuta questa relazione tra essi, che sono poi quello della realtà esterna su cui intervenire, e l'universo interiore del soggetto, individuale o collettivo, con i due estremi della relazione in questione costituiti da una loro reciproca estraneità, per un verso, e da una interazione in virtù della quale essi invece non solo aderiscono, ma si sostengono e si rigenerano vicendevolmente, per l'altro, con tutta la gamma delle svariate modalità intermedie fra loro. Viene così offerta concretamente una pregevole ricostruzione dei processi di mediazione e di incorporazione che reinventano l'esterno attraverso la sua interiorizzazione, dando così il senso di come si possa andare al di là della coppia opposizionale fuori/dentro, costituendo così quell'equilibrio tra l'esterno della percezione e l'interno della sensazione di cui è espressione appunto il paesaggio. Il punto d'arrivo ideale di questo percorso, la «perfetta coincidenza tra mondo interno e mondo esterno» (Merlini 2022, p. 59) è il risultato di un'azione, come quella poetica, che prende avvio non solo dalla consapevolezza della presenza di queste due dimensioni, ma assume coscienza anche della «dolorosa frizione» fra di esse, dell'incidenza di uno scarto che va ricomposto, cosa che si può fare solo interrompendo l'apparente e fallace *continuum* di un vissuto operato e condizionato da un complesso soffocante di automatismi e di routine:

*«Nel momento in cui viene interrotto il continuum della quotidianità, quando si danno le condizioni affinché possa sorgere una realtà smarcata dal tempo della consuetudine o dell'urgenza, proprio lì interiorità ed esteriorità diventano l'una il luogo di accoglienza dell'altra. È un'interruzione che corrisponde a un sentire altrimenti rispetto al dissentire corrente, allo scorrere di immagini, rappresentazioni, pensieri, progetti e finalità che routinizzano o scombusolano la nostra quotidianità. Una frattura si insinua così nella percezione del mondo, e un nuovo desiderio può affermarsi attraverso questa temporalità inedita che schiude le cose in direzione di un altro disegno del senso (Ivi, p. 58).»*

È davvero notevole la linearità con la quale viene qui individuata nella frattura e nella sua ricomposizione attraverso il processo dell'aderenza, con tutte le motivazioni e le azioni che esso presuppone e comporta, l'emergere di un «orizzonte temporale in virtù del quale un altro senso del sé può sorprendentemente prendere corpo». E non è certo un caso, allora, che nel descrivere e analizzare questo processo e le condizioni del suo arricchimento si faccia ricorso all'aggettivo «ospitale»:

*«L'esteriorità, così entusiasmante ed esaltante, richiede un continuo lavoro di interiorizzazione. Se la ricchezza dello spazio esteriore non è costantemente modulata da uno spazio interiore ospitale, l'apparizione rimane mera esteriorità, senso incapace di diventare significato. Erlebnis senza Erfahrung, un vissuto che non si eleva all'intellezione dell'esperienza (Ivi, p. 67).»*

Al contrario, allorché viene superata questa dissimmetria tra realtà esterna e universo interiore e realizzata la loro corrispondenza lo spirito «guadagna un vigore che mantiene in equilibrio l'esistenza, assicurandole una gravità che non sconfina mai nell'aridità: una vita, al contempo, posata e gioiosa» (*Ibidem*).

L'aderenza tra percezione e sensazione, tra esteriorità e interiorità attraverso la ricomposizione e la coincidenza dei loro rispettivi bordi realizza un «ritorno a sé e in sé arricchito», che è l'esatto contrario della «curiosità corrosiva» che va alla continua ricerca di un «“oltre” inconcludente che accende e spegne l'attenzione distratta e inappagata, sempre in cerca di nuove sollecitazioni per sentirsi sempre viva» (Ivi, p. 9). Questa operazione di ricomposizione, se operata e condotta nel modo dovuto, produce un esito, in virtù del quale «si diventa maggiori di sé stessi. Diventare maggiori di sé stessi significa oltrepassare il limite istituito dalla percezione di sé, quale si delinea attraverso il vissuto quotidiano. È un andare oltre l'immagine che si ha di sé» (*Ibidem*). Per conseguire questo risultato occorre acquisire la consapevolezza che:

*«Si può «diventare maggiori di sé stessi» quando nel rapporto col mondo esterno il sentimento dell'interiorità perviene a fare dell'anima l'orizzonte di una ricezione integrativa potenzialmente infinita. Uno spazio ricettivo senza limiti – a differenza dello spazio fisico – in virtù del quale le esperienze e le conoscenze sono conservate diversamente da come accade nel collezionismo e, in generale, in quelle forme di accumulo di proprietà dove gli oggetti si sommano gli uni agli altri. Il principio qui non è lo stesso. Riflette un desiderio non tanto di possesso del mondo, bensì di appropriazione di sé, nel senso di un lavoro mai concluso di ridefinizione della propria apprensione dello spettacolo del mondo, che sospinge giocoforza sempre più in là la capacità di trattenere presso di sé ciò di cui si è stato testimoni (Ibidem).»*

Non si capisce l'autentica natura della meraviglia del paesaggio e dello stupore che essa genera se non ci si rende pienamente conto che, prima ancora e più ancora che espressione della realtà esterna, essa costituisce, appunto, una *appropriazione di sé*, nel senso, giova ripeterlo, «di un lavoro mai concluso di ridefinizione della propria apprensione dello spettacolo del mondo». Questo è ciò che intendeva Aristotele, allorché scriveva che la filosofia inizia sempre dallo *stupore*, dalla *meraviglia*; dalla *meraviglia* per ciò che è reale, e non certo da castelli sospesi tra le nuvole, costruiti sull'inaudito e ci invitava a provare stupore di fronte a questo spettacolo e a tradurlo in azione, non limitandosi alla pura contemplazione.

Come si fa ad ancorare la soggettività alla realtà al di là di essa, il mondo interiore a quello esteriore, il dentro al fuori? Con quali strumenti percettivi e cognitivi li si può far combaciare e interagire? E da dove partire per cominciare a realizzare questo processo? Sono queste le domande alle quali non si può esimere dal rispondere chi intende progettarsi e poi progettare.

È evidente che non può essere trovata nessuna risposta soddisfacente a questioni di questo genere se si resta prigionieri della coppia opposizionale «dentro»/«fuori», alla quale si devono sia la problematicità della coincidenza dei bordi tra esteriorità e interiorità, in modo da produrre il processo di incorporazione e assimilazione della realtà di cui parla Merlini, sia la difficoltà di capire davvero, ad esempio, la definizione di paesaggio proposta dalla Convenzione europea del 2000, che lo considera uno spazio intermedio tra la fisicità materiale del territorio e l'universo interno dei simboli.

Una via d'uscita ce la offre Lacan, il quale nel terzo seminario affronta il rapporto tra formulazioni linguistiche e sensazioni, interrogandosi in particolare sul rapporto che vige tra la sensazione di rilassamento provata al termine di una giornata di tempesta e fatica e la formulazione linguistica in cui questa sensazione si incarna, ossia «la pace della sera», discorso interno (o endoifasia) che, tuttavia, pare arrivare da fuori. «La pace della sera» viene da lui descritta come un'espressione che, nell'atto di segnalare la distinzione tra esterno ed interno, sulla base di un'idea di confine come netta linea di demarcazione, ne sfuma la frontiera, facendo emergere piuttosto l'idea di confine come *trait d'union*, perché oscilla sulla soglia, tanto da non permetterci di capire se proviene «da fuori o da dentro» (Ivi, p. 164).

L'ambiguità topologica di queste voci è, secondo Lacan, fondamentale per operare un confronto tra salute mentale e follia in quanto nella psicosi accade spesso che la loro natura liminale-metaforica non venga riconosciuta e che il soggetto, interpretandole letteralmente, le attribuisca di conseguenza a una fonte totalmente esterna. La capacità di mantenersi sulla soglia senza oltrepassarla, riconoscendo in pieno la funzione del confine sul quale sostare, sarebbe dunque la discriminante per distinguere la salute dalla malattia.

Proprio a partire da queste riflessioni Lacan elabora il concetto di *estimità* per approfondire alcuni degli aspetti più complessi e controversi della soggettività, dell'inconscio e della stessa pratica analitica. Il termine *estimità* traduce il francese *extimité*, neologismo lacaniano che fonde il prefisso *ex* di *exterieur* con l'aggettivo *intime* per creare l'ossimoro di una «esteriorità intima» (Lacan 2008, p. 165). Se questo concetto viene utilizzato nel settimo seminario per indicare la «fase generativa della soggettività che precede logicamente l'opposizione tra interno

ed esterno», nel decimo seminario (Lacan 2007) l'analisi della soggettività viene affrontata facendo esplicito riferimento alle superfici non orientabili come il nastro di Möbius.

Per capire cosa succeda quando ci troviamo di fronte a superfici di questo genere è utile riferirsi alla xilografia su legno di testa a tre colori che Escher nel 1963 dedica appunto al nastro di Möbius, ove, come scrive Lacan:

*«L'insetto che percorre la superficie [...] può credere in ogni momento che ci sia una faccia che non ha ancora esplorato, quella che è il rovescio della faccia che sta percorrendo. L'insetto può credere a questo rovescio, benché di fatto non ci sia [...]. Senza saperlo, esso esplora l'unica faccia che c'è, eppure, in ogni momento, c'è anche un rovescio (Ivi, p. 148).»*

[Immagine non inclusa nel testo Typst]

Anche l'uomo, secondo Lacan, è soggetto alla medesima illusione allorché non si rende conto che l'io (*moi*) non è altro che il risultato di una serie successiva di identificazioni, una linea di finzione, un miraggio, che è alla base del celebre motto lacaniano «penso dove non sono, dunque sono dove non penso» (Lacan, 1974, p. 512), il quale evidenzia l'irrecuperabile divaricazione che si apre all'interno del cogito cartesiano che predicava la coincidenza di essere (*sum*) e pensiero (*cogito*): se il soggetto si vede dove non c'è e come non è, l'essere del soggetto, nell'atto di pensarsi, sfugge a sé stesso producendo una serie di immagini illusorie.

Lo spazio intermedio ha una valenza non solo epistemologica ma anche etica e politica. Esso rappresenta un modello di convivenza basato sul riconoscimento della pluralità e sulla ricerca di mediazioni e compromessi tra istanze diverse. In questo senso, lo spazio intermedio si contrappone alle logiche dicotomiche e polarizzanti che spesso dominano il dibattito pubblico.

Applicato al contesto economico e finanziario, il concetto di spazio intermedio suggerisce la possibilità di superare le tradizionali contrapposizioni (ad esempio, tra Stato e mercato, tra efficienza e equità) attraverso forme di organizzazione e di governance più dialogiche, partecipative e flessibili. In questo spazio, le tecnologie digitali e i nuovi approcci alla complessità (come la network finance) possono favorire l'emergere di soluzioni innovative, capaci di conciliare obiettivi e valori molteplici.

In sintesi, in questa accezione lo «spazio intermedio» rappresenta un luogo di incontro e di dialogo tra prospettive diverse, in cui la complessità e la pluralità sono valorizzate come risorse per l'innovazione e la convivenza. Questa visione può offrire spunti interessanti per ripensare le relazioni economiche e finanziarie in un'ottica più collaborativa e sistemica.

## 1.2. I gemelli digitali

Ne *Il sapere e la verità* Jacques Lacan (Lacan 1983, libro XX, 1972-1973, viii pp. 91-92), evoca il *textus* che il ragno fila dal suo ventre, la ragnatela, nella quale vediamo profilarsi, nella superficie che geometrizza il vuoto, una sottile architettura che è un risultato tangibile, una realtà che si produce e si compie attraverso il filtro dell'immaginario. Il perché ce lo spiega con acume Jacob Von Uexküll (1962): la grandezza delle maglie della tela che esce da un punto opaco di quella strana creatura che è il ragno è esattamente proporzionata al corpo della mosca; i suoi

fili hanno una forza di resistenza sufficiente ad assorbire l'impatto di una mosca in volo; i fili radiali sono più solidi di quelli circolari che servono, essendo più elastici e intrisi di un liquido vischioso, a imprigionare la mosca una volta caduta nella tela; i fili radiali non contengono il liquido suddetto e fungono da scorciatoie che consentono al ragno di raggiungere rapidamente la preda e intrappolarla con nuovi fili. I fili della tela sono talmente sottili da non poter essere visti dalla struttura rudimentale dell'occhio della mosca la quale, di conseguenza, vola, senza averne la minima cognizione, verso la propria fine.

La cosa più straordinaria di tutta questa meravigliosa costruzione così efficiente è che il ragno la tesse senza minimamente conoscere né la mosca, né il suo mondo, in quanto costruisce questa sua trappola perfetta ancor prima di aver incontrato la sua preda. La sua tela, di conseguenza, non può essere fatta a immagine e somiglianza di una mosca fisica, reale, bensì di una virtuale e immaginaria, come se il ragno avesse una sorta di «melodia di mosca» nella testa che lo spinge a tesserla. Tutta questa meravigliosa operazione del ragno è frutto non della percezione, bensì della pura immaginazione.

La tessitura operante in questo caso è quella attraverso la quale un insieme di dati grezzi sempre più numeroso e ricco viene messo in forma, strutturato e trasformato in conoscenza, intesa come sintesi di quei dati. Si tratta di un processo che a priori non è fisico, ma che lo diventa nel momento in cui viene descritto matematicamente, fa ricorso a un apparato matematico, con i suoi numeri e i suoi modelli, passaggio imprescindibile, dato che non si può immaginare la fisica senza un apparato matematico sofisticato che consenta di tradurre il mondo in numeri per poi fare una teoria di come questi numeri evolvono con il tempo.

Mondo da descrivere, apparato matematico con i suoi numeri e i suoi modelli, e tempo da tessere: queste le componenti di cui non si può fare a meno se si vuole parlare seriamente dell'ambiente in cui si svolge la nostra esistenza.

Che questo ambiente sia fatto di cose tangibili, di corpi con i quali entrare in contatto e interagire non c'è alcun dubbio, e ha gioco facile chi si preoccupa di evidenziarlo: ma per parlarne scientificamente a queste cose e a questi corpi va accoppiata una dimensione fatta di numeri e di modelli. Il che significa che il problema del raddoppiamento dell'ambiente materiale nel quale si svolge la nostra vita è di fondamentale importanza e imprescindibile.

Se ne resero ben conto i tre astronauti della missione spaziale Apollo 13, decollata l'11 aprile 1970 dalla base di Cape Kennedy. Tre giorni dopo il lancio si verificò un incidente: l'esplosione dei serbatoi d'ossigeno durante la procedura di rimescolamento aveva gravemente danneggiato la navicella e – oltre a impedire la prosecuzione della missione, annullando il previsto allunaggio – aveva reso estremamente difficoltoso e problematico il rientro sulla Terra, mettendo a grave rischio la sopravvivenza degli uomini a bordo. Il film del 1995 *Apollo 13*, diretto da Ron Howard, ispirato dal libro *Lost Moon*, scritto da Jim Lovell e Jeffrey Kluge, ha mostrato al mondo come gli ingegneri della NASA vennero a capo di questa drammatica situazione.

È importante e istruttivo analizzare e capire quello che si verificò in quella occasione. I tre astronauti, che vivevano nella navicella ed erano a diretto contatto con le «cose», cioè

con il modulo di comando della navicella, con gli strumenti di osservazione e misurazione, e con il modulo di servizio che forniva la propulsione, l'energia elettrica, e ospitava tutto ciò che veniva consumato durante la missione, non riuscivano a venire a capo del problema da cui dipendeva la loro sopravvivenza. Le informazioni che dalla navicella venivano mandate a terra, al Centro di controllo della missione della Nasa a Houston, non mettevano gli esperti, gli ingegneri e i tecnici in condizione di individuare gli interventi operativi da suggerire all'equipaggio dello shuttle per riparare il guasto e trovare le giuste contromisure. Né l'osservazione diretta della situazione da parte degli astronauti e le azioni conseguenti, né la sua rappresentazione a livello teorico sulla base delle informazioni trasmesse dalla navicella a terra risultavano quindi efficaci. Per risolvere il problema si è dovuto ricorrere al raddoppiamento, cioè all'accoppiamento tra l'azione e la simulazione: gli ingegneri della Nasa utilizzarono un «gemello virtuale terrestre» del loro veicolo spaziale danneggiato per rispecchiare le condizioni di quello lanciato e studiare e poi attuare un modo per riportare a casa gli astronauti che erano a bordo. Per individuare le possibili cause del malfunzionamento della navicella si pensò dunque di replicare a terra *in modo virtuale* il suo funzionamento, raddoppiandola appunto, cioè creandone un gemello digitale.

Cosa ci insegna l'analisi di questo caso concreto? L'efficacia di un mix, quale quello proposto, in particolare, dal paradigma che verrà poi chiamato dei «gemelli digitali», ovvero insiemi di costrutti di informazioni virtuali che mimano struttura, ambiente e comportamento di un determinato individuo, o di un contesto locale o di un processo di qualsiasi genere, aggiornato dinamicamente grazie ai dati che gli derivano dal suo gemello fisico durante l'intero ciclo di vita. Elemento caratterizzante di questo paradigma è pertanto il dialogo bidirezionale e continuativo con l'entità fisica rappresentata: da una parte, il gemello digitale fornisce informazioni per monitorare e controllare attivamente il gemello fisico; dall'altra le informazioni generate dal gemello reale alimentano gli algoritmi di simulazione del gemello digitale. Possiamo così disporre di uno strumento che ci mette in condizione di rappresentare il reale in modo accurato in ogni sua piega e con tutte le sue straordinarie diversità e difficoltà, andando al di là del presente e simulando il futuro grazie alla disponibilità dei Big Data (gigantesche quantità di dati complessi e fra loro eterogenei), ai modelli matematici e agli algoritmi dell'intelligenza artificiale. Un processo da cui si possono trarre potenzialità predittive che consentano di controllare *ex ante* correttezza e l'efficacia delle decisioni prese e delle scelte effettuate.

Il paradigma dei gemelli digitali, inaugurato operativamente dagli ingegneri della Nasa che salvarono gli astronauti dell'Apollo 13, insegna a fare proprio questo: modelli matematici, Big Data e sofisticati algoritmi dell'Intelligenza Artificiale consentono di costruire l'iper-realtà del Metaverso, un mondo parallelo, ricostruibile con grande accuratezza e realismo, che deve essere usato non per evadere dalla realtà, e neppure per soli scopi ludici. Esso, se ben interpretato e utilizzato, offre invece straordinarie opportunità al fine di affrontare quello che può essere considerato il cardine per la comprensione della complessità: la relazione tra azione e scopo, tra il progetto e la sua realizzazione. Non solo: si presenta come uno strumento concreto per uscire dalla morsa paralizzante della coppia opposizionale dentro/fuori. Siamo infatti di fronte al «parto gemellare» e al costante accoppiamento tra la dimensione fisica, espressione di quello che Popper chiamava il mondo 1 della realtà esterna e il mondo 3 della conoscenza

oggettiva, frutto della creatività del pensiero umano, che sta via via evolvendo verso un quarto mondo, il Metaverso, un mondo di reti, di ambienti virtuali tridimensionali che possono essere sperimentati in modo sincrono e continuo da un numero effettivamente illimitato di utenti, che di fatto lo abitano.

Certo, ricorrendo a questi algoritmi dell'«iperrealtà», o della realtà aumentata, stiamo di fatto costruendo una realtà parallela, virtuale, che però non solo non è meno «vera» ed efficace nella sua capacità di descrivere i vari processi fisici, ma è indispensabile per risolvere problemi, specie se particolarmente complessi.

Questa situazione di ambiente doppio, dentro e fuori, sospeso tra cose e non cose, contiene in sé il pericolo, sempre in agguato, di un allontanamento e di una evasione dal proprio vissuto, visto che si aprano le porte a tante realtà. Molti interpretano così l'intera questione: lo fa, ad esempio, il filosofo sudcoreano, ormai naturalizzato tedesco, Byung chul Han (2021), il quale insegna teoria della cultura all'Universität der Künste di Berlino. La sua tesi di fondo, sostenuta con lucidità e veemenza, è che abbiamo perso il contatto con il reale e che è necessario tornare a rivolgere lo sguardo alle cose concrete, modeste e quotidiane, e sole capaci di starci a cuore e stabilizzare la vita umana. Una massa di informazioni ci investe ogni giorno e agisce fisicamente, oltre che sotto il profilo cognitivo ed emotivo, sulle nostre esistenze, spazza via confini, rimodella geografie. Ormai sono i dati, e non più le cose concrete, a influenzare le nostre vite. Le non-cose stanno prendendo il sopravvento sulle cose, sul reale, sui fatti e la biologia. E così la realtà ci appare sempre più sfuggente e confusa, piena di stimoli che non vanno oltre la superficie.

Un'analisi del nostro presente che può essere messa, senza forzature, in una relazione di analogia tutt'altro che superficiale con la fiaba allegorica e oscura, che vuole proporsi come terribilmente vera, della scrittrice giapponese Yoko Ogawa, *L'isola dei senza memoria* (1994), che narra di un tempo non precisato, su un'isola senza nome nella quale l'intera popolazione progressivamente smette di ricordare. Come per un'inspiegabile epidemia della memoria, sparisce l'idea di qualcosa, quindi sparisce la cosa stessa. Un giorno dopo l'altro, l'epidemia colpisce tutto e tutti. Nottetempo un guizzo inatteso, e gli uccelli è come se non esistessero più: cancellati dalla mente, vibrano nell'aria come meteore senza senso. Che cos'erano le fotografie e i francobolli, cosa i frutti del bosco e le caramelle? Che cos'era il suono del carillon, cosa il profumo delle rose? Dimenticati, i fiori vengono gettati nel fiume, per sbarazzarsi di ciò che è inutile oramai. Gli abitanti dell'isola non ricordano più i traghetti, non sanno più andarsene. Gli abitanti dell'isola non ricordano più la funzione di gambe e braccia, non sanno più muoversi. Gli abitanti dell'isola bruciano i libri su un rogo per disfarsi di quegli oggetti di carta che nessuno è in grado di usare. La Polizia Segreta vigila sull'oblio collettivo, perseguitando chi, per cause misteriose, non riesce a dimenticare. Vigila e perseguita chi dei libri vorrebbe ancora servirsi, come un'autrice e il suo editore, impegnati a difendere la memoria attraverso la narrazione scritta, ultimo baluardo contro la cancellazione della coscienza. Nell'Isola dei senza memoria di Yoko Ogawa la dimenticanza si fa regime totalitario, sistema di sorveglianza, come nelle migliori distopie e nelle peggiori deviazioni del reale.

I pericoli di cui parlano Byung chul Han e Yoko Ogawa sono oggetto dell'analisi impietosa di Eugenio Mazzarella (2022). La sua tesi è che dopo Facebook, il nuovo vangelo di Zuckerberg, il Metaverso, ci promette il compimento della vita «ibrida», «potenziata», dell'*onlife*: la piena transattività, grazie al digitale e all'Intelligenza Artificiale, del mondo reale nel mondo virtuale. Quello che l'autore considera un vero e proprio shock antropologico per cui troppi non vedono il vero pericolo di questa distopia del post-umano, cioè l'effetto gorgo, il buco nero dell'*online* che fagocita la realtà *offline*, la vita come tale. Non governata, l'era digitale più che spaesare rischia di svellere l'umano da sé stesso e dal suo ambiente, e, senza le necessarie e sempre più urgenti contromisure, finirà per consegnare l'umano a una rete di governo e di controllo, anziché dargli più «mondo». Secondo l'autore l'unica via di uscita possibile da questo pericolo mortale, sempre più incombente, è «salvare la presenza».

Di una sorta di nuovo Vangelo di Zuckerberg parla anche Jim Towe in un articolo (2021), nel quale si attribuisce al fondatore di Facebook, ora ribattezzato Meta, l'intenzione di creare un nuovo mondo virtuale, a sé stante e autonomo rispetto a quello fisico, dove le persone possano lavorare, giocare, interagire come avatar. L'autore ricorda a questo proposito come, secondo Google Arts & Culture, «avatar» sia un concetto dell'induismo che in sanscrito significa letteralmente «discendenza», «incarnazione», ed esprima l'idea del passaggio (discesa o meglio ancor manifestazione) della divinità dalla condizione di «virtualità» celeste alla corporeità sulla Terra. A suo giudizio il metaverso, come lo concepisce e lo propone Zuckerberg, è un mondo fantastico, in cui le persone esistono in spazi immersivi, virtuali e condivisi, che ha lo stesso potere di seduzione che aveva la mela per Eva. Come il diavolo che induce in tentazione la compagna di Adamo Facebook conosce bene gli esseri umani e le loro debolezze: il suo team è attrezzato per depredare i giovani, sottraendo loro ingenti pezzi delle loro vite, e per accedere alle menti degli inserzionisti. Può essere per questo considerato una versione aggiornata e contraffatta del mondo spirituale. Mentre però quest'ultimo è animato da un valore autentico come la fede e si fonda su sentimenti genuini, come l'amore, la speranza, l'amicizia e la compassione, nel metaverso è tutto falso. Videogames, Workrooms, Siri e Alexa possono sembrare anch'essi autentici e reali, ma non lo sono affatto. Le risposte adeguate alla solitudine e all'angoscia sono relazioni premurose e uno sforzo concertato per affrontare bisogni insoddisfatti. Invitare coloro che sono ai margini della società in un mondo fantastico di intrattenimento digitale è un crudele sostituto dell'accompagnamento e del sostegno in carne e ossa da parte di familiari, amici, vicini e altre persone di buona volontà. Per questo – conclude Towe – il mondo fantasy high-tech senza amore del capo di Facebook è una maledizione, non una benedizione.

Perché il metaverso così concepito costituisca una distorsione delle potenzialità insite in un suo alternativo e virtuoso, che non ne faccia l'ennesima variante del «paese dei balocchi» di Collodi, «una vera cuccagna», come lo definisce Lucignolo, che però ha l'insanabile difetto di trasformare in somari i suoi assidui frequentatori, lo si può capire proponendo la seguente distinzione tra i termini modello digitale («digital model»), ombra digitale («digital shadow») e gemello digitale («digital twin»):

- il modello digitale è la semplice rappresentazione digitale di un oggetto fisico (un prodotto, una macchina, un sistema o un luogo) senza prevedere alcuna relazione tra il mondo fisico e quello virtuale;
- l'ombra digitale è una rappresentazione tecnica dei dati nell'ambiente digitale nel quale è previsto uno scambio di dati tra l'oggetto fisico e quello digitale. Nel caso di un impianto, ad esempio, l'ombra può essere ottenuta installando sensori e connettendo le macchine alla rete. Durante il processo di produzione, i dati vengono rilevati e inviati a un ambiente digitale e, una volta virtualizzati, possono essere utilizzati per il monitoraggio in tempo reale dell'impianto e per svolgere ulteriori analisi;
- il gemello digitale è una variante di quest'ultima situazione, nella quale i dati non sono solo vengono scambiati tra la macchina fisica e il modello digitale, ma vengono ulteriormente elaborati, utilizzando tecniche di simulazione o intelligenza artificiale, per poi essere restituiti direttamente alla macchina in modo autonomo e venire usati per regolare i processi di produzione e raggiungere così una condizione di auto-ottimizzazione.

Ecco perché se il concetto di metaverso viene abbinato a quello di gemello digitale non è neppure lontanamente concepibile l'idea di una sua autonomia e di un suo distacco dal mondo fisico. Al contrario, la relazione indissolubile e senza soluzione di continuità che si viene così a stabilire tra le due dimensioni – quella astratta e virtuale del senso della possibilità e quella concreta e tangibile del senso della realtà – non solo non ci allontana dal mondo delle cose per trasferirci in quello delle «non cose», ma è pensata e realizzata proprio per cercare di venire a capo, con gli strumenti potenti ed efficaci messi a nostra disposizione dallo sviluppo tecnologico, dei problemi che affliggono l'ambiente in cui viviamo.

### **1.3. I gemelli digitali in economia e finanza**

I gemelli digitali, rappresentazioni virtuali fedeli di entità fisiche, stanno rivoluzionando vari settori, dall'ingegneria all'healthcare, dalla gestione delle infrastrutture, come le reti energetiche o idriche, fino all'industria automobilistica e aerospaziale<sup>1</sup>. La loro capacità di offrire un monitoraggio, un'analisi e una simulazione dettagliati li rende uno strumento potente per migliorare l'efficienza, la previsione e la pianificazione (Grieves & Vickers, 2017). Recentemente, l'attenzione si è spostata sulla loro potenziale applicazione in ambito economico-finanziario, settori caratterizzati da crescente complessità e da una fitta rete di interazioni (Battiston et al., 2016).

L'applicazione dei gemelli digitali in questo contesto si basa sul nuovo paradigma dell'ontologia delle relazioni, che considera la complessità delle interazioni e riconosce l'importanza dell'interdipendenza tra attori (Braun et al., 2021). Questo approccio offre l'opportunità di ripensare radicalmente il modo di affrontare i problemi economico-finanziari e di progettare soluzioni innovative.

---

<sup>1</sup>Nell'ingegneria, i gemelli digitali consentono di progettare, testare e ottimizzare prodotti e processi in un ambiente virtuale prima di passare alla produzione fisica, riducendo i tempi di sviluppo, i costi e i rischi (Grieves & Vickers, 2017). Ad esempio, nell'industria manifatturiera, i gemelli digitali delle linee di produzione possono essere utilizzati per simulare diversi scenari operativi, identificare colli di bottiglia e ottimizzare l'efficienza complessiva.

#### **1.4. Il paradigma tradizionale e i suoi limiti**

Il paradigma tradizionale dell'economia e della finanza si fonda su un modello diadico delle relazioni, caratterizzato da una visione statica e unidimensionale degli attori economici. In questo modello, gli attori sono interpretati come entità singole, con funzioni e obiettivi individuali, che interagiscono attraverso scambi bilaterali ben definiti (Jackson, 2010).

Teorie economiche classiche, come quella della concorrenza perfetta o dell'equilibrio generale, esemplificano questo approccio: l'analisi si concentra su equilibri di mercato risultanti dalla somma di comportamenti ottimizzanti di singoli attori, ipotizzati razionali e pienamente informati (Arrow & Debreu, 1954).

Sebbene fondamentale per lo sviluppo della teoria economica, questa visione presenta limiti rilevanti:

1. Incapacità di cogliere la natura complessa e interconnessa del sistema economico-finanziario: la realtà economica non è solo la somma di interazioni bilaterali, ma un intreccio complesso di relazioni multi-direzionali e interdipendenti (Battiston et al., 2016).
2. Assunzioni di razionalità perfetta e informazione completa raramente riscontrabili nella pratica: l'evidenza empirica mostra che i comportamenti reali degli agenti economici sono spesso guidati da asimmetrie informative, razionalità limitata e fattori comportamentali (Kahneman & Tversky, 1979).
3. Enfasi sulla concorrenza a scapito della cooperazione: l'approccio tradizionale tende a minimizzare il ruolo della cooperazione, che invece può portare a benefici collettivi significativi, come stabilità del mercato, crescita economica e riduzione del rischio sistemico (Axelrod & Hamilton, 1981).

#### **1.5. L'ontologia delle relazioni e l'analisi delle reti**

Nel panorama economico e finanziario contemporaneo, il paradigma tradizionale ha mostrato limiti sostanziali nel rappresentare adeguatamente la complessità e l'interdipendenza degli attori. L'ontologia delle relazioni<sup>2</sup> emerge come un nuovo approccio teorico che considera la complessità delle interazioni e riconosce l'importanza dell'interdipendenza tra attori (Braun et al., 2021).

Questo paradigma sostiene che la vera natura delle strutture economiche e finanziarie può essere compresa solo considerando i legami che uniscono gli attori in un'ampia rete di relazioni. Gli attori non sono più visti come entità separate, ma come nodi all'interno di una rete di relazioni che continuamente si forma, evolve e si dissolve (Jackson, 2010).

In questo contesto, l'analisi delle reti assume un ruolo centrale. Derivata dalla sociologia, dalla fisica e dalle scienze della computazione, questa disciplina offre strumenti potenti per

---

<sup>2</sup>L'ontologia delle relazioni trova le sue radici in diverse tradizioni filosofiche, dalla dialettica hegeliana alla fenomenologia di Husserl, fino al pensiero post-strutturalista di Deleuze e Guattari (Wildman, 2010). In particolare, l'idea che le relazioni siano ontologicamente primarie rispetto alle sostanze è stata sviluppata da filosofi come Whitehead (1929) e Simondon (1958), che vedono la realtà come un processo dinamico di individuazione a partire da un campo pre-individuale di potenziali relazioni.

mappare, analizzare e interpretare le relazioni tra gli attori economici e finanziari (Newman, 2018).

Attraverso l'uso di modelli matematici e algoritmi computazionali, l'analisi delle reti permette di visualizzare e studiare le reti di relazioni in modo dettagliato e multidimensionale. Questo include la possibilità di esaminare le dinamiche di rete, come la formazione, l'evoluzione e la dissoluzione delle relazioni, e l'emergenza di strutture complesse, come cluster o nuclei (Barabási, 2016).

L'adozione del paradigma dell'ontologia delle relazioni e dell'analisi delle reti può portare numerosi benefici:

- Miglioramento dell'efficienza del sistema economico-finanziario: la comprensione approfondita delle dinamiche di rete può facilitare l'identificazione e l'ottimizzazione dei flussi di risorse e informazioni tra gli attori, riducendo gli sprechi e massimizzando l'utilità (Pascual & Dunne, 2006).
- Aumento della resilienza del sistema: una maggiore consapevolezza delle interconnessioni e interdipendenze tra gli attori può aiutare a prevenire, anticipare e gestire le crisi, riducendo la vulnerabilità del sistema alle perturbazioni (Haldane & May, 2011).
- Promozione della crescita economica e finanziaria: la comprensione dettagliata delle dinamiche di cooperazione e competizione, e la capacità di identificare nuovi pattern e opportunità, possono stimolare l'innovazione e lo sviluppo (Hidalgo, 2015).

In questo contesto, la network science si è affermata come framework interdisciplinare per analizzare la struttura, la dinamica e la funzione di sistemi complessi in diversi domini, dalle reti biologiche a quelle sociali e tecnologiche (Kenett & Havlin, 2015). In economia e finanza, l'approccio di rete consente di mappare le complesse interconnessioni tra attori del sistema (banche, imprese, paesi), che hanno un ruolo cruciale nel determinare proprietà come robustezza, efficienza e stabilità.

La network science offre strumenti nuovi per studiare la propagazione del rischio e degli shock, identificare istituzioni sistemicamente rilevanti, simulare scenari di stress e disegnare politiche macroprudenziali. Tra le principali applicazioni: analisi del rischio di contagio interbancario (Iori et al., 2008), studio dei flussi di beni e capitali tra settori economici e paesi (Li et al., 2014), uso di reti di correlazione per investigare la struttura dei mercati finanziari (Mantegna, 1999; Tumminello et al., 2007).

Tuttavia, per consolidare il suo ruolo in economia e finanza, la network science deve ancora affrontare sfide importanti, come incorporare la dinamica del flusso e la funzione dei nodi, l'evoluzione temporale delle reti, le interdipendenze tra reti, e identificare le topologie di riferimento (Kenett & Havlin, 2015). Sarà essenziale integrare i modelli di rete con modelli basati su agenti per catturare sia le proprietà micro (regole decisionali) che macro (pattern di relazioni) dei sistemi economico-finanziari.

## 1.6. Gemelli digitali, l'esempio della formula 1

Per capire meglio il concetto e l'importanza dei gemelli digitali, è utile considerare il loro utilizzo in ambito automobilistico, in particolare nella Formula Uno. In questo contesto, i gemelli digitali sono utilizzati da anni e hanno assunto un ruolo cruciale (Gartner, 2018). Alcuni esempi includono:

- Simulazione di auto da corsa: le squadre di Formula Uno utilizzano gemelli digitali per simulare e analizzare il comportamento delle loro auto da corsa, inclusi aspetti come l'aerodinamica, l'efficienza del motore e il comportamento degli pneumatici. Modifiche al design possono essere testate prima nel modello digitale per prevederne l'impatto sulle prestazioni reali (Cross, 2022).
- Ottimizzazione delle strategie di gara: i gemelli digitali possono essere usati per simulare diverse strategie di gara, come i cambi di pneumatici o le strategie di carburante, permettendo ai team di scegliere le opzioni più efficienti (Fédération Internationale de l'Automobile, 2021).
- Analisi dei dati in tempo reale: durante una gara, i dati raccolti dall'auto reale possono alimentare il gemello digitale per analisi in tempo reale. Questo aiuta i team a prendere decisioni informate basate sulle condizioni attuali dell'auto e della pista (Klein, 2019).
- Sviluppo e prova dei componenti: prima che un nuovo componente sia fisicamente prodotto e testato, può essere progettato e valutato tramite un gemello digitale. Ciò riduce il tempo e i costi di sviluppo (Barr, 2020).
- Training dei piloti: I piloti possono utilizzare i gemelli digitali delle loro auto e delle piste per allenarsi e familiarizzare con varie condizioni di gara, senza il rischio e il costo di guidare fisicamente (Smith, 2021).

I gemelli digitali nella Formula Uno rappresentano uno strumento avanzato per migliorare le prestazioni, ottimizzare le strategie e ridurre i rischi, combinando il mondo fisico con quello digitale per ottenere risultati superiori.

## 1.7. Gemelli digitali nel settore economico-finanziario

Come illustrato nell'esempio della Formula Uno, i gemelli digitali offrono un monitoraggio, un'analisi e una simulazione dettagliati, migliorando l'efficienza, la previsione e la pianificazione in vari settori, inclusi l'economia e la finanza. Questi modelli digitali permettono simulazioni e previsioni più accurate, ottimizzano la gestione delle risorse e delle decisioni di investimento e promuovono l'innovazione e l'adattamento.

Da questo punto di vista, il paradigma tradizionale, basato sull'analisi di scambi e posizioni bilaterali, è insufficiente per rappresentare la complessità e l'interdipendenza degli attori nel mondo economico-finanziario. L'ontologia delle relazioni offre un quadro più completo e realistico, riconoscendo l'importanza dell'interdipendenza. L'analisi di rete rappresenta quindi un nuovo modo di rappresentare, leggere ed interpretare la realtà, fornendo strumenti per mappare, analizzare e interpretare le reti di relazioni economico-finanziarie in modo dettagliato e multidimensionale.

L'ontologia delle relazioni e l'approccio di rete forniscono il quadro perfetto per la creazione di un gemello digitale economico-finanziario, rappresentando una mappa dinamica e in tempo reale di un sistema economico-finanziario che riflette tutte le sue interconnessioni e dinamiche.

La creazione di modelli digitali di mercati finanziari, portafogli di investimento, filiere, distretti produttivi, economie regionali, nazionali o globali permette di riprodurre fedelmente questi sistemi in scala 1:1 e di simulare scenari, aiutando i decisori a prendere decisioni informate.

Ad esempio, un gemello digitale di un portafoglio di investimenti può simulare l'impatto di varie strategie di investimento o scenari di mercato, aiutando gli investitori a gestire meglio i rischi (Boreiko & Risteski, 2020). Analogamente, un gemello digitale di un mercato finanziario può aiutare a prevedere e gestire le crisi, migliorando la stabilità e la resilienza del sistema (Farmer et al., 2012).

Geolocalizzando i flussi finanziari, è possibile ottenere un ulteriore livello di rappresentazione delle relazioni finanziarie tra operatori economici di un dato territorio. Questo approccio, che abbiamo definito *network finance*<sup>3</sup>, rappresenta uno dei primi esempi di gemello digitale nel settore finanziario, offrendo una visione olistica delle relazioni economico-finanziarie e la possibilità di valutare in tempo reale le dinamiche di comportamento di un'intera rete economica.

I vantaggi dei gemelli digitali nell'ambito economico e finanziario sono molteplici:

- Simulazione e previsione più accurata e tempestiva, riducendo l'incertezza e i rischi (Grieves & Vickers, 2017).
- Miglioramento dell'efficienza e dell'efficacia della gestione delle risorse e delle decisioni di investimento, grazie alla loro capacità di ottimizzare le performance in base ai dati in tempo reale (Boreiko & Risteski, 2020).
- Facilitazione dell'innovazione e dell'adattamento, permettendo di sperimentare virtualmente nuove strategie o modelli di business prima della loro implementazione reale (Hidalgo, 2015).
- Promozione di una maggiore trasparenza e responsabilità, rendendo più visibili e comprensibili le dinamiche complesse dei sistemi economico-finanziari (Battiston et al., 2016).

## 1.8. Come in formula uno così in finanza

Il parallelo tra l'uso dei gemelli digitali in Formula Uno e in finanza è significativo. Proseguiamo ora con il parallelo declinando quanto detto per la Formula Uno in ambito economico-finanziario:

---

<sup>3</sup>La «network finance» è un approccio innovativo alla finanza che si basa sull'analisi delle reti di relazioni economiche e finanziarie. Invece di considerare gli attori economici come entità isolate, la network finance li vede come nodi interconnessi in una complessa rete di rapporti. Studiando la struttura e la dinamica di queste reti, la network finance mira a ottenere una comprensione più profonda dei fenomeni economici, identificando rischi sistemici, opportunità di innovazione e leve per un'allocazione più efficiente delle risorse. Questo approccio trova fondamento nelle teorie delle reti complesse e nell'analisi dei big data.

### **Simulazione di auto da corsa vs. simulazione di scenari economici.**

- Formula Uno: I gemelli digitali simulano l'aerodinamica, l'efficienza del motore e il comportamento dei pneumatici delle auto da corsa (Cross, 2022).
- Settore Economico-Finanziario: Analogamente, i gemelli digitali possono simulare scenari economici, come fluttuazioni del mercato, risposte a politiche economiche o l'impatto di shock di differente scala. Queste simulazioni aiutano a comprendere e prevedere le conseguenze della variazione di alcune variabili economiche.

### **Ottimizzazione delle strategie di gara vs. strategie di investimento**

- Formula Uno: Simulare diverse strategie di gara per scegliere l'opzione più efficiente (Fédération Internationale de l'Automobile, 2021).
- Settore Economico-Finanziario: Similmente, i gemelli digitali possono essere usati per testare e ottimizzare strategie di investimento o gestione del rischio, consentendo ai finanziatori di prendere decisioni più informate (Boreiko & Risteski, 2020)

### **Analisi dei dati in tempo reale**

- Formula Uno: L'analisi in tempo reale dei dati raccolti dall'auto durante la gara per decisioni rapide e informate (Klein, 2019).
- Settore Economico-Finanziario: In modo simile, i gemelli digitali nel settore finanziario possono analizzare dati di mercato in tempo reale, aiutando analisti e investitori a comprendere rapidamente le tendenze del mercato e a reagire di conseguenza.

### **Sviluppo e prova dei componenti vs. sviluppo di prodotti finanziari**

- Formula Uno: Progettazione e valutazione di componenti auto tramite gemelli digitali prima della produzione fisica (Barr, 2020).
- Settore economico-finanziario: Questo trova un parallelo nello sviluppo di nuovi prodotti finanziari o modelli di investimento, dove i gemelli digitali possono essere usati per testare l'efficacia e l'impatto di questi prodotti prima del loro lancio effettivo sul mercato (Boreiko & Risteski, 2020).

### **Training dei piloti vs. formazione degli investitori o analisti**

- Formula Uno: I piloti si allenano usando gemelli digitali per familiarizzare con le piste e le condizioni di gara (Smith, 2021).
- Settore Economico-Finanziario: Un parallelo può essere tracciato nella formazione di investitori o analisti, dove i gemelli digitali possono essere utilizzati per simulare ambienti di mercato diversi, aiutando gli utenti a comprendere meglio come navigare in condizioni di mercato variabili e complesse.

In entrambi i contesti, i gemelli digitali offrono un ambiente controllato e dettagliato per testare teorie, strategie e innovazioni senza i rischi o i costi associati alla sperimentazione nel mondo reale. Questo non solo migliora la comprensione e le prestazioni ma anche riduce significativamente il tempo e le risorse necessarie per lo sviluppo e l'ottimizzazione.

## 1.9. Network Finance

L'applicazione dell'analisi delle reti allo studio delle relazioni finanziarie considera ciascun nodo come rappresentazione di un'impresa e gli archi in entrata nel nodo come incassi, mentre quelli in uscita rappresentano pagamenti. All'interno di questa configurazione, lo studio del network permette l'individuazione dei nodi più importanti o più periferici all'interno della rete (Barberis et al., 2021).

A partire da questa rappresentazione, possono essere condotti ragionamenti su fenomeni complessi come le relazioni produttive, le loro localizzazioni, l'efficienza dell'allocazione del capitale e predizioni sulla possibile diffusione di crisi finanziarie (Battiston et al., 2012).

Nel caso di network finanziari in cui i link tra i nodi sono rappresentati da relazioni di credito/debito, lo studio puntuale del grado di interdipendenza tra i suoi nodi, della loro centralità o perifericità permette di ragionare in modo differente sul rischio di credito e sulla propagazione delle crisi finanziarie, spostando di fatto l'attenzione dal «too big to fail» al «too interconnected to fail»<sup>4</sup> (Battiston et al., 2012, p. 4).

Nuovi strumenti di misurazione delle relazioni tra i nodi/impresе, come il grado di centralità nelle sue varie declinazioni, la partecipazione a community ricostruibili con l'analisi delle reti «piccolo-mondo» e dei «sei gradi di separazione», o le analisi di clustering che studiano i modi con cui le imprese tendono a raggrupparsi, permettono di guardare alle relazioni finanziarie da altre prospettive (Newman, 2018).

Questo suggerisce la creazione di nuovi strumenti tesi ad affrontare in maniera innovativa problemi strutturali nella gestione economico-finanziaria di banche e imprese: dalla gestione della liquidità, allo smobilizzo del circolante, dalla gestione del rischio all'allocazione ottimale del credito (Barberis et al., 2021).

Ad esempio, l'utilizzo di dati finanziari aggiornati tra imprese di settori diversi di un dato territorio permette di costruire una matrice di input-output con una maggiore attendibilità e accuratezza, simile alle matrici di Leontief ideate per la contabilità nazionale nel 1941 (Leontief, 1986). Queste matrici rappresentano le interrelazioni reciproche tra i vari settori di un sistema economico, in particolare le interdipendenze settoriali, tra settori produttivi di un'area o di un'intera economia.

Le matrici di Leontief tradizionali si basano su dati storici provenienti da diverse fonti statistiche, come statistiche governative, indagini industriali, bilanci aziendali e dati sul commercio estero. La disponibilità e la qualità di queste informazioni possono variare da paese a paese, e i dati utilizzati risalgono spesso ad almeno un anno precedente, se non di più (Miller & Blair, 2009).

---

<sup>4</sup>L'espressione «too interconnected to fail» è un'estensione del concetto di «too big to fail», riferito a istituzioni finanziarie così grandi e interconnesse che il loro fallimento avrebbe conseguenze disastrose per l'intero sistema economico. «Too interconnected to fail» sottolinea come, in un sistema fortemente interconnesso, anche attori relativamente piccoli possano avere un impatto sistemico se occupano posizioni centrali nella rete delle relazioni economiche.

A differenza di questo approccio, una matrice basata sui flussi finanziari in tempo reale, ottenuti dal monitoraggio delle transazioni degli agenti economici in una piattaforma digitale (il gemello digitale), può fornire una rappresentazione più aggiornata e precisa delle interazioni economiche tra settori specifici (Barberis et al., 2021).

L'utilizzo di dati finanziari aggiornati sugli scambi tra imprese di settori diversi permette di identificare le relazioni di fornitura non solo in termini di quantità di input, ma anche in termini di valore monetario, consentendo una stima più precisa dell'entità delle interdipendenze tra i settori (Miller & Blair, 2009).

Questo approccio ha dei limiti, come la necessità di una corretta classificazione delle transazioni e una rappresentazione accurata delle relazioni settoriali, e il fatto che i dati finanziari potrebbero non coprire completamente tutte le interazioni economiche, come le attività informali o le transazioni non monetarie (Barberis et al., 2021).

Tuttavia, l'utilizzo di dati finanziari aggiornati può sicuramente migliorare l'affidabilità e la precisione delle matrici di input-output, consentendo un'analisi più accurata delle interazioni economiche tra settori specifici di un territorio (Miller & Blair, 2009).

## **2. Parte 2. Due esempi di applicazioni pratiche: smobilizzo del circolante e centrale rischi di rete**

### **2.1. [Use Case 1] Bflows: ridefinire le relazioni finanziarie attraverso la Network Finance**

#### **2.1.1. Ritardi nei pagamenti e della carenza di liquidità**

Le imprese europee, e in particolare le PMI italiane, affrontano da tempo il problema dei ritardi nei pagamenti e della carenza di liquidità. In Europa, circa il 40% delle vendite commerciali sono effettuate a credito, con una percentuale che supera il 42% in Italia e una media di giorni di pagamento di oltre 98 (Atradius, 2019; Osservatorio Polimi, 2019). Questo crea significativi problemi di liquidità per le imprese, soprattutto per le PMI, che spesso faticano ad accedere al credito (Intrum Justitia, 2019). Secondo uno studio di Intrum (2021), il 51% delle PMI europee afferma che i ritardi nei pagamenti minacciano la sopravvivenza della loro azienda.

Secondo il «Barometro sui comportamenti di pagamento in Italia 2022» di Atradius, il 44% delle imprese italiane ha aumentato gli investimenti in tempo e risorse per la gestione dei crediti e la riscossione delle fatture non pagate. Nonostante ciò, ben il 60% delle imprese dichiara di non riuscire a migliorare la gestione dei propri crediti per carenza di competenze interne e di strumenti adeguati.

È in questo contesto che si inserisce Bflows, una piattaforma innovativa che offre una soluzione rivoluzionaria per lo smobilizzo del circolante, basata sui principi della network finance e sui gemelli digitali finanziari.

#### **2.1.2. Bflows: un cambio di paradigma nelle relazioni commerciali**

L'approccio di Bflows si basa su un cambio di paradigma nelle relazioni commerciali. Invece di considerare le transazioni come semplici rapporti bilaterali, Bflows le inquadra come parti di una rete complessa, in cui ogni azienda è un nodo e ogni transazione è un arco che collega debitore e creditore. Questa prospettiva, denominata «network finance», permette di sviluppare soluzioni che superano le barriere della gestione tradizionale del credito e del rischio (Barberis et al., 2021). Il concetto di network finance trova le sue radici nella teoria dei grafi e nell'analisi delle reti sociali (Jackson, 2008), e sta trovando crescente applicazione in ambito finanziario (Battiston et al., 2016).

L'idea alla base di Bflows nasce da una riflessione approfondita sul problema. Invece di focalizzarsi sulle relazioni commerciali come semplici transazioni bilaterali, Bflows le considera come parti di una rete in cui ogni azienda è rappresentata da un nodo e ogni transazione è rappresentata da un arco che parte dal debitore (acquirente) e va verso il creditore (fornitore).

Questa nuova prospettiva, denominata «network finance», ha permesso di sviluppare una soluzione completamente nuova che rimuove alcune delle barriere legate alla gestione del credito e del rischio tipiche delle opzioni tradizionali di Supply Chain Finance (SCF).

### **2.1.3. La tecnologia Bft: Il cuore di Bflows**

Il cuore di Bflows è la tecnologia Bft (Balanced Flows Technology), basata su algoritmi proprietari che analizzano i Big Data delle relazioni commerciali tra le imprese aderenti. Questi algoritmi mappano le relazioni di credito e debito, identificando cicli e catene di pagamento auto-sostenibili, senza necessità di liquidità esterna. In questo modo, Bflows crea un gemello digitale del network finanziario delle imprese, offrendo una rappresentazione dinamica e in tempo reale delle interconnessioni finanziarie tra gli attori economici.

La tecnologia Bft collega le posizioni di credito e debito tra le aziende partecipanti alla rete, permettendo di regolare una parte delle fatture non gestite con i tradizionali sistemi di smobilizzo in meno di una settimana. Questo può contribuire significativamente a ridurre i tempi di incasso per le imprese aderenti.

Il sistema Bflows è frutto di un lungo percorso di ricerca e sviluppo avviato dai fondatori nel 2017 che ha portato la startup a rilasciare la versione beta della propria piattaforma nel 2023. Il risultato è una soluzione unica che aiuta le imprese a gestire i propri crediti commerciali e ridurre i tempi di incasso, insieme alla necessità di finanziamenti esterni. Il sistema si basa su una sequenza di algoritmi proprietari in grado di mappare le relazioni commerciali tra tutte le imprese all'interno della rete e liberare la liquidità intrappolata attraverso il reindirizzamento di flussi di pagamento automatizzati. Una sorta di «Google Maps» per i flussi di pagamento che calcola il percorso più lungo per portare la liquidità da un punto all'altro della rete, in modo da pagare il maggior numero possibile di fatture lungo il percorso.

Per semplificare il funzionamento di Bflows, si può dire che la piattaforma aiuta le aziende a ridurre notevolmente i tempi di incasso e contemporaneamente a pagare i propri debiti attraverso una sequenza di pagamenti automatizzati che risultano in una soluzione superiore al Payment Netting e in cui le fatture sono completamente saldate.

Il cuore del sistema è rappresentato da algoritmi di ottimizzazione che identificano cicli e catene di pagamento ad alta efficienza transattiva all'interno della rete delle imprese aderenti. Questi algoritmi si basano su tecniche di graph mining e di ricerca operativa, e sono in grado di processare in tempo reale grandi volumi di dati sulle fatture e sui pagamenti. La piattaforma utilizza inoltre tecnologie di sicurezza e privacy by design per garantire la riservatezza e l'integrità delle informazioni sensibili.

### **2.1.4. L'impatto di Bflows: benefici finanziari e oltre**

L'efficacia di Bflows è stata testata su un ampio volume di fatture reali, con risultati significativi. I test condotti su oltre 100 miliardi di euro di fatture di PMI italiane hanno mostrato

una riduzione dei giorni medi di pagamento da 99 a meno di 6, con un volume di regolazione superiore al 15% in termini di valore e al 50% in numero di fatture (Barberis et al., 2021).

Questa drastica riduzione dei tempi di pagamento può avere un impatto trasformativo sulle dinamiche economiche e sociali. A livello microeconomico, l'accelerazione del ciclo cash-to-cash (C2C) migliora la liquidità delle imprese, rafforza le relazioni con clienti e fornitori e aumenta la bancabilità. A livello macroeconomico, l'adozione diffusa di questa tecnologia può produrre effetti paragonabili a uno stimolo monetario, liberando risorse per investimenti a medio e lungo termine (Barberis et al., 2021).

L'impatto diretto della tecnologia Bft sulla velocità e l'efficienza del processo di incasso e pagamento delle fn una riduzione del Days Sales Outstanding (DSO), un indicatore chiave che misura il numero medio di giorni necessari per incassare i crediti derivanti dalle vendite. Una riduzione del DSO implica un miglioramento della liquidità e della salute finanziaria dell'azienda, in quanto i crediti vengono convertiti in cassa più rapidamente.

Dal punto di vista microeconomico, la riduzione dei tempi di incasso e di pagamento porta le imprese a una significativa riduzione del ciclo Cash-to-Cash (C2C), ovvero il tempo che intercorre tra il pagamento dei fornitori e l'incasso dai clienti. Un ciclo C2C più breve comporta una diminuzione dei costi di approvvigionamento di capitale, in quanto l'azienda necessita di meno capitale circolante per sostenere le proprie operazioni. Inoltre, un ciclo C2C più efficiente si traduce in un netto miglioramento dei flussi di cassa, con entrate che si manifestano prima delle uscite. Questi effetti positivi sui flussi di cassa e sul capitale circolante si riflettono anche in un miglioramento degli indicatori di salute finanziaria dell'impresa, come il quick ratio o il current ratio, aumentando la sua bancabilità e il suo accesso al credito.

Oltre ai benefici diretti, la puntualità o addirittura l'anticipo nei pagamenti reso possibile dalla tecnologia Bft può rafforzare le relazioni con clienti e fornitori. Pagamenti puntuali o anticipati possono portare le aziende ad accedere a condizioni di fornitura più vantaggiose, come sconti o termini di pagamento più favorevoli. Allo stesso tempo, la puntualità nei pagamenti può incrementare la fedeltà della clientela, in quanto i clienti apprezzano fornitori affidabili e puntuali.

A livello macroeconomico, un'accelerazione diffusa del ciclo C2C nell'intero network di imprese che adottano la tecnologia Bft può produrre un impatto paragonabile a quello di uno stimolo monetario. Secondo la teoria quantitativa della moneta, a parità di massa monetaria, un incremento della velocità di circolazione della moneta ( $V$ ) dovuto all'abbreviamento dei tempi di pagamento, unitamente all'effetto «netting» offerto dal sistema, è in grado di ridurre drasticamente la necessità di liquidità a breve per sostenere le transazioni commerciali. In altre parole, la stessa quantità di moneta può supportare un volume maggiore di transazioni se la velocità di circolazione aumenta. Questo libera risorse che le imprese possono destinare a investimenti a medio e lungo termine, favorendo la crescita e l'innovazione.

### **2.1.5. Bflows: uno strumento per tutte le imprese**

Un altro vantaggio chiave di Bflows è la sua capacità di servire tutte le aziende, anche quelle con rating pessimo o in situazione di sofferenza (UTP - Unlikely To Pay). Offrendo uno strumento di smobilizzo dei crediti privo di rischi, Bflows può aiutare queste aziende a normalizzare i propri flussi di incasso e pagamento, migliorando i loro fondamentali nel breve/medio periodo. Questo può avere un effetto stabilizzante sull'occupazione, riducendo il rischio di fallimenti e licenziamenti.

Inoltre, attraverso Bflows, gli hub finanziari possono raccogliere preziose informazioni sul network delle aziende (clienti e fornitori) e quindi avere maggiori elementi per una gestione puntuale della posizione in ottica di network. Questo può consentire alle banche e agli istituti finanziari di offrire servizi più mirati e personalizzati alle imprese, tenendo conto della loro posizione e delle loro relazioni all'interno della rete economica.

### **2.1.6. Un modello win-win: verso un'economia collaborativa**

All'interno del network Bflows, le imprese possono interpretare, a seconda delle proprie esigenze, una delle tre tipologie di strategie in funzione della loro posizione nella topografia rete:

- Azienda sorgente: aziende che incassano a pronti e pagano a termine (ad esempio GDO), il cui problema è impiegare la liquidità.
- Azienda in catena: aziende B2B che hanno la necessità di equilibrare entrate e uscite, con volumi simili di fatture in entrata e in uscita.
- Azienda pozzo: aziende che pagano poche fatture e pagano principalmente stipendi, con la necessità di smobilizzare i propri crediti prima e a costi competitivi.

Le dinamiche di funzionamento di Bflows prevedono che i nodi sorgente abbiano diritto a un premio per la liquidità inserita in piattaforma, pari a 1/3 della fee generata ad ogni passaggio dalla liquidità che hanno inserito. Questo incentivo spinge i nodi «sorgente» a immettere maggiore liquidità nel network, sbloccando un maggiore volume di pagamenti per i nodi in catena e, a cascata, per i pozzi. I pozzi, essendo soggetti passivi che incassano, pagheranno un piccolo premium price in cambio della liquidità ricevuta a un costo molto basso, questo premium price andrà ad arricchire ulteriormente il premio della sorgente che sarà ancora più incentivata a pagare in tempi più brevi i loro fornitori, generando benefici a cascata.

Il modello di Bflows promuove dinamiche di mutuo sostegno tra le imprese. Invece di una logica del «do ut des» (io do affinché tu dia), Bflows favorisce un approccio del «do ut possis dare» (io do affinché tu possa dare). In altre parole, le imprese sono incentivate a supportarsi a vicenda, creando un ecosistema collaborativo in cui la salute finanziaria di ogni attore dipende da quella degli altri. Questo approccio è in linea con quanto suggerito da Battiston et al. (2012), che evidenziano come la collaborazione tra le imprese possa portare a una maggiore stabilità e resilienza del sistema economico.

In questo contesto, il mutuo sostegno tra le imprese diventa un elemento chiave. Attraverso la condivisione di informazioni e la collaborazione, le imprese possono identificare e sfruttare sinergie, ridurre i costi di transazione e mitigare i rischi. Questo approccio è particolarmente rilevante per le PMI, che spesso hanno difficoltà ad accedere al credito e a gestire i flussi di cassa (Intrum, 2021). Attraverso il mutuo sostegno, le PMI possono creare reti di collaborazione che le aiutino a superare queste sfide e a crescere in modo sostenibile.

Un esempio concreto di come questo cambio di paradigma possa impattare sui modelli di business è rappresentato dalla Grande Distribuzione Organizzata (GDO). Tradizionalmente, la GDO è stata caratterizzata da margini ridotti e da una forte competizione sui prezzi, che ha portato a una pressione crescente sui fornitori e a pratiche commerciali spesso poco sostenibili (Dobson et al., 2001). Tuttavia, in un contesto di network finance, la GDO potrebbe trasformarsi in un vero e proprio business finanziario.

Grazie alla sua posizione di «sorgente» all'interno del network, la GDO potrebbe infatti raccogliere liquidità attraverso la vendita al dettaglio, anche a costo, per poi generare margini significativi attraverso le fee generate dalla circolazione di questa liquidità nella rete. In altre parole, la GDO potrebbe diventare un «market maker» di liquidità, guadagnando non tanto sulla vendita dei prodotti, ma sulla gestione dei flussi finanziari all'interno del network.

Questo modello potrebbe portare a rendimenti sulla liquidità del 15-20%, ben superiori ai margini tipici della GDO (Deloitte, 2020). Inoltre, potrebbe contribuire a stabilizzare l'intera filiera, riducendo la pressione sui fornitori e promuovendo pratiche commerciali più sostenibili. In questo senso, la GDO diventerebbe un vero e proprio «hub» finanziario, in grado di creare valore per l'intero ecosistema.

Dal punto di vista della teoria dei giochi, questo cambio di paradigma può essere interpretato come il passaggio da un gioco a somma zero a un gioco a somma positiva. La nascita della moderna teoria dei giochi viene generalmente fatta coincidere con l'uscita del libro *Theory of Games and Economic Behavior* di John von Neumann e Oskar Morgenstern nel 1944, anche se altri autori, quali Ernst Zermelo, Armand Borel e lo stesso von Neumann avevano anticipato l'idea di descrivere matematicamente («matematizzare») il comportamento umano in quei casi in cui l'interazione fra contendenti comporta la vincita o la suddivisione di un qualche tipo di risorsa.

La premessa indispensabile della teoria è che tutti devono essere a conoscenza delle regole del gioco, ed essere consapevoli delle conseguenze di ogni singola mossa. Nella teoria la mossa, o l'insieme delle mosse che un individuo intende fare, viene chiamata «strategia». Ogni giocatore può prendere un numero finito (o infinito nel caso più astratto possibile) di decisioni o strategie. Ogni strategia è caratterizzata da una conseguenza per il giocatore che l'ha presa, che può essere un premio o una penalità quantificabili.

Il risultato del gioco è completamente determinato dalle sequenze delle rispettive strategie. Si può rappresentare ogni gioco con un grafo ad albero che descrive ogni possibile combinazione di giocate dei contendenti sino agli stati finali, nei quali vengono ripartite le vincite. Questa descrizione è quella che viene immediatamente in mente, per esempio, quando si

pensa al gioco degli scacchi. A ogni mossa di uno dei giocatori possono seguire più risposte dell'altro, a ognuna delle quali a sua volta il primo può rispondere scegliendo fra parecchie mosse possibili, e così via. La struttura che descrive questa situazione è appunto la struttura di un albero, nel quale ogni ramo si divide in più rametti, i quali a loro volta si dividono in rametti più sottili e così via.

Il contributo fondamentale di Nash consiste nell'introduzione della nozione di «*equilibrio*», grazie alla quale la possibilità di applicare la Teoria dei Giochi ai casi concreti di conflitto ha compiuto un passo avanti decisivo. Questa scoperta, che gli valse il premio Nobel per l'economia nel 1994, prende in considerazione, in particolare, un comportamento che non può essere migliorato con azioni unilaterali, nel senso che lo si sarebbe tenuto anche se il comportamento dell'avversario fosse stato noto in anticipo. È stato lo stesso John Nash a esporre in modo sintetico ed efficace, in una intervista rilasciata nel 2015, poco prima della morte, le basi della sua teoria, facendo emergere, come tratto distintivo fondamentale del suo approccio, l'importanza della cooperazione tra i giocatori. Qui egli spiega che un gioco può essere descritto in termini di strategie che i giocatori devono seguire nelle loro mosse: l'equilibrio c'è quando nessuno riesce a migliorare in maniera unilaterale il proprio comportamento. Per cambiare, occorre agire insieme. Unilateralmente possiamo solo evitare il peggio, mentre per raggiungere il meglio abbiamo bisogno di cooperazione.

Si tratta di un approccio divergente rispetto ai giochi a somma zero, nei quali non si ha mai incremento di valore, dato che il risultato che si ottiene sottraendo dalla somma totale dei guadagni di tutti i protagonisti la somma totale delle perdite è sempre uguale a zero. Propo- nendo il passaggio da questi ultimi ai giochi a somma positiva come schema per esemplificare le relazioni sociali Nash vuole mettere in evidenza che in questo caso i soggetti coinvolti sono interessati a interagire e a sostenersi reciprocamente, stabilendo un concreto rapporto di fiducia e collaborazione, *accrescendo* la riserva strutturale di opportunità complessive sulla quale il sistema sociale e l'ambiente in cui sono inseriti e operano possono contare.

L'idea di Nash era quella di trovare un punto fisso all'interno di una trasformazione di coordinate, e di far coincidere con esso la strategia più razionale che un giocatore o decisore strategico-razionale dovrebbe adottare, nella competizione con un avversario anch'esso razionale, ampliando così la portata concettuale della teoria dei giochi a un numero arbitrario di partecipanti, o agenti. Nash dimostrò che, date certe condizioni *ceteris paribus*, è sempre possibile raggiungere una condizione di equilibrio, ricavabile dal fatto che ciascun individuo partecipante a un dato gioco, quando sceglie la propria mossa strategica, lo fa sempre in modo da massimizzare la propria funzione di guadagno, seguendo l'ipotesi che il comportamento dei rivali non muterà a motivo della propria decisione (vale a dire che anche conoscendo la mossa dell'avversario, il giocatore o decisore non sceglierebbe una mossa differente da quella già optata). Tutti i giocatori, così, sono messi in condizione di operare una scelta, dalla quale poter trarre tutti e indifferentemente un vantaggio (o limitare lo svantaggio al minimo), il che starebbe ad indicare una sostanziale difformità di condizioni e trattamento rispetto al caso dei giochi a «somma zero».

Nash, in un suo articolo del 1950 (John F. Nash, *The Bargaining Problem*, in "Econometrica", n.18, 1950, pp. 155 – 162) dimostrò matematicamente l'esistenza di questo equilibrio, determinando che ogni gioco finito che ammetta strategie miste ammette almeno un equilibrio di Nash, dove con l'espressione «gioco finito» si suole indicare un gioco con un numero qualunque, ma finito, di giocatori e di strategie, e con l'espressione «strategia mista», si intende un sottoinsieme di strategie alle quali il giocatore o decisore associa, una a una, una certa probabilità di scelta, e per la quale opererà proprio in base a quest'ultima. Partendo dal presupposto, abbastanza naturale da constatare, per cui la maggioranza dei giochi esistenti soddisfano tutte queste condizioni, è sempre possibile prevedere il comportamento dei giocatori in linea di principio: essi giocheranno un equilibrio di Nash, ma se esso è unico, l'esito del gioco è noto a priori. Il procedimento è in sé molto semplice, ma per giochi con un elevato numero di giocatori e strategie può diventare un problema matematico tutt'altro che banale.

L'ipotesi che sta alla base della ricerca dell'equilibrio e, più in generale, della teoria dei giochi, è il principio di razionalità, in base al quale un agente razionale non sceglierà mai una strategia  $x$  se ha a disposizione una strategia  $y$  che gli permetta di ottenere di più qualunque siano le scelte dell'altro (o degli altri) giocatori. Se non esiste invece una strategia dominante di questo genere, che deterministicamente porti a massimizzare il proprio guadagno a prescindere dalle strategie scelte dagli avversari, allora un agente razionale, non potendo conoscere queste ultime, giocherà una strategia mista, cioè di volta in volta si orienterà in maniera probabilistica tra un certo numero di proprie strategie, scegliendo queste probabilità in modo tale da massimizzare il valore atteso del proprio guadagno. Tuttavia, strategie pure e miste non sono mutuamente esclusive: può accadere che pur esistendo una strategia pura dominante, sia possibile costruirne una mista che domina quella pura; questo conduce spesso alla presenza di più equilibri di Nash in un gioco.

La nozione di equilibrio è l'antidoto efficace contro il rischio di abuso in termini di potere, perché fa comprendere il motivo per cui non conviene a nessuno dei partecipanti al gioco assumere forme di autoritarismo. Questo approccio consente quindi non solo di mettere in chiaro che non è necessario che il potere evocato sia di natura gerarchica, potendo trovarsi distribuito tra i partecipanti, come avviene appunto in ogni pratica di reciprocità positiva, ma anche di evidenziare i vantaggi concreti di quest'ultima modalità relazionale rispetto alle posizioni di rendita basate su un eccessivo ricorso alla leva del potere.

Per esemplificare in modo concreto l'importanza di questo «agire insieme» e della cooperazione che ne scaturisce si può prendere in considerazione un gioco che costituisce un modello paradigmatico di situazione negoziale, in quanto molti tipi di interazione sociale hanno la medesima struttura: il *dilemma del prigioniero*.

La situazione che viene presa in esame è la seguente: due prigionieri (A e B) vengono interrogati separatamente e viene fatta loro la stessa offerta: se uno dei due confessa e l'altro no, il pentito non sarà perseguito mentre l'altro riceverà il massimo della pena. Se tutti e due confessano, ambedue saranno condannati con le attenuanti. Se tutti e due tacciono (collaborando così l'uno con l'altro) riceveranno una pena lieve per un reato minore.

Ci sono 4 esiti possibili:

- (1) A parla e non viene punito, mentre B non parla e viene condannato senza attenuanti;
- (2) Tutti e due tacciono e ricevono una pena lieve;
- (3) Tutti e due parlano e vengono condannate con le attenuanti;
- (4) A non parla e viene condannato senza attenuanti, mentre B parla e non viene punito.

Esaminiamo i ragionamenti di A e B in due diverse situazioni

In caso di mancanza di fiducia reciproca, e dunque di cooperazione, il ragionamento che viene fatto può essere così schematizzato: «il mio complice può parlare o tacere. Se parla, anch'io devo parlare per evitare il «guadagno del pollo» (lui libero, io in galera). Se lui non parla, allora tanto meglio se parlo io, in quanto in questo modo posso avere l'assoluzione, che è l'esito che preferisco. Allora, qualunque cosa faccia il mio complice, io parlo». Così A e B parleranno ambedue, col risultato, però, di ottenere solo il terzo esito preferito, anche se entrambi sono d'accordo nel mettere l'opzione (2) al secondo posto».

Se, viceversa, prevale la fiducia reciproca, e quindi la propensione alla cooperazione, il ragionamento seguito sarà di questo tipo: «sono assolutamente sicuro che il mio complice non parlerà, anche perché si fida di me ed è a sua volta certo che anch'io non parlerò». Tacendo entrambi nessuno di noi due otterrà l'opzione migliore (non essere punito) ma avremo tutti e due la seconda opzione in ordine di preferenza».

In questo caso A e B tacciono entrambi e ricevono una pena lieve.

Nei giochi a somma positiva, come il gioco della fiducia, la collaborazione tra i giocatori può pertanto portare a risultati vantaggiosi per tutti (Berg et al., 1995). In questo modello, i giocatori hanno interessi allineati e il successo di uno non esclude, ma anzi favorisce, il successo degli altri. Questo è esattamente il tipo di dinamica che Bflows mira a creare: un ecosistema collaborativo in cui le imprese sono incentivate a supportarsi a vicenda, creando valore per l'intero network.

Naturalmente, affinché questo modello funzioni, è necessario che le imprese superino la logica della competizione a breve termine e abbraccino una visione più sistemica e lungimirante. Questo richiede un cambio di mentalità e di cultura organizzativa, oltre che l'adozione di strumenti e processi adeguati (Gartner, 2019). Tuttavia, i potenziali benefici di questo approccio sono significativi, sia in termini di performance finanziaria che di impatto sociale e ambientale.

Il modello di Bflows rappresenta pertanto un cambio di paradigma verso un'economia più collaborativa, in cui il mutuo sostegno tra le imprese diventa un elemento chiave per la creazione di valore. Questo approccio, basato sui principi della network finance e sui cosiddetti giochi a somma positiva, offre nuove opportunità per le imprese, in particolare per le PMI, di crescere in modo sostenibile e di creare un impatto positivo per tutti gli stakeholder. L'esempio della GDO mostra come questo cambio di paradigma possa trasformare interi settori, creando nuovi modelli di business basati sulla collaborazione e sulla condivisione del valore.

### 2.1.7. Le evidenze sui test condotti dalla società

I test empirici condotti da Bflows su cinque dataset reali di fatture commerciali forniscono una robusta validazione dell'efficacia dell'algoritmo di ottimizzazione dei pagamenti sviluppato dall'azienda. L'algoritmo è stato applicato a reti di transazioni di diversa natura e dimensione, includendo i dati di fatturazione di una grande banca (2,4 milioni di fatture per un valore di €12,5 miliardi), di un info-provider (104K fatture per €871 milioni), di un gestore di fatturazione elettronica (8,4 milioni di fatture per €35,2 miliardi), di una rete di imprese (546 aziende) e di un provider di software ERP (4 milioni di fatture per €11,1 miliardi).

In tutti i dataset testati, l'algoritmo si è dimostrato in grado di regolare una quota significativa delle fatture, sia per numero (dal 48% al 63,4%) che per valore (dal 22,4% al 36%), con un tempo medio di pagamento delle fatture regolate compreso tra 5,4 e 6,8 giorni. Questo rappresenta un drastico miglioramento rispetto ai termini di pagamento nominali dichiarati nei dataset, tipicamente compresi tra 60 e 120 giorni, allineandosi ai migliori standard internazionali.

È importante sottolineare che questi risultati rappresentano il limite inferiore dei benefici ottenibili attraverso l'algoritmo di Bflows. Infatti, i dataset utilizzati per i test soffrono di incompletezza informativa (erano disponibili solo le fatture attive e/o passive dei clienti dei partner, non l'intero network delle controparti) e di una limitazione intrinseca alle simulazioni storiche, ovvero l'impossibilità per le aziende di adattare il proprio comportamento alle «regole del gioco». In uno scenario reale, dove le imprese sono consapevoli dei meccanismi di funzionamento della piattaforma e possono mettere in atto strategie per massimizzare i benefici della partecipazione, è lecito attendersi performance ancora migliori.

L'efficienza dell'algoritmo nell'utilizzo della liquidità presente nel network è risultata molto elevata, con un efficiency ratio (valore regolato/liquidità impiegata) compreso tra il 60% e l'84%. Questo significa che ogni euro immesso nel sistema genera fino a 5 euro di pagamenti, moltiplicando i benefici per le imprese partecipanti. I nodi «sorgente» che finanziano il network hanno ottenuto rendimenti annualizzati compresi tra il 14% e il 21%, un risultato notevole considerando il basso profilo di rischio dell'operazione.

L'analisi delle caratteristiche topologiche dei network sottostanti ha evidenziato una correlazione positiva tra quota di fatture regolate e densità/connettività del grafo. In particolare, network settoriali fortemente interconnessi come Cerved e InLire hanno fatto registrare le performance migliori in proporzione alle loro dimensioni. Questo suggerisce che l'algoritmo di ottimizzazione trae vantaggio da reti di imprese altamente integrate, dove i nodi sono al contempo clienti e fornitori di più controparti (fino al 70% delle regolazioni avviene da parte dei nodi «in catena»).

I test di scalabilità effettuati sui dataset più ampi dimezzandone le dimensioni hanno prodotto risultati in linea con quelli del dataset completo, dimostrando la robustezza e l'applicabilità della soluzione a reti estese di imprese. Le simulazioni statiche sull'intero dataset hanno evidenziato un potenziale di regolazione ancora superiore in funzione dei vincoli di cassa ipotizzati, suggerendo ulteriori margini di miglioramento.

Nel complesso, i risultati dei test forniscono una solida conferma empirica dei benefici dell'approccio di network finance sviluppato da Bflows. L'applicazione di algoritmi di ottimizzazione ai dati di fatturazione elettronica consente di riconciliare in modo efficiente le partite debitorie e creditorie delle imprese, riducendo drasticamente i tempi di pagamento e il fabbisogno di capitale circolante. Si generano così benefici per l'intero network, inclusi maggiori incassi per le imprese creditrici, minori oneri finanziari per quelle debentrici e attraenti rendimenti per i nodi «sorgente».

La ricerca futura potrà approfondire l'analisi su dataset ancora più ampi e diversificati, esplorando le specificità settoriali e territoriali, comparando l'approccio di Bflows con altre soluzioni di invoice financing e valutando i potenziali effetti sistemici sulla solidità delle reti di imprese. Sarà inoltre importante indagare i meccanismi di incentivo alla partecipazione e collaborazione delle imprese, vero fattore abilitante per l'adozione su larga scala di questi innovativi schemi di finanza di filiera.

#### **2.1.8. Bflows e gli hub: un'architettura scalabile e collaborativa**

La piattaforma Bflows è destinata ai network B2B, formali o informali, già operanti o di futura creazione, attivi a vario titolo e scopo sul territorio. Ciascuna rete B2B può accedere alla piattaforma e attivare un proprio Hub Bflows attraverso un soggetto promotore, al fine di offrire il servizio agli aderenti al proprio network e connettersi a tutti gli altri Hub operanti nella piattaforma.

Gli Hub sono i soggetti giuridici che sottoscrivono un contratto di licenza SaaS per l'utilizzo, la promozione e la commercializzazione del servizio Bflows presso la propria rete di clienti/associati. L'Hub ha un rapporto diretto con il cliente finale e nei suoi confronti è formalmente e legalmente l'erogatore del servizio, avvalendosi della piattaforma e dei servizi offerti da Bflows che svolge il ruolo di technical service provider.

Questa architettura scalabile e collaborativa permette a Bflows di adattarsi alle diverse esigenze e caratteristiche dei network B2B, offrendo al contempo un'esperienza d'uso uniforme e integrata. Gli Hub diventano così dei nodi di aggregazione e di servizio, in grado di promuovere l'adozione di Bflows e di supportare le imprese nel processo di trasformazione digitale delle loro relazioni finanziarie.

#### **2.1.9. Verso un'economia più collaborativa, resiliente e prospera**

In conclusione, Bflows non è solo una soluzione tecnica per lo smobilizzo del circolante, ma una visione per ridefinire le relazioni finanziarie attraverso la network finance. Sfruttando i Big Data e gli algoritmi di rete, Bflows crea un gemello digitale del network finanziario delle imprese, offrendo opportunità di ottimizzazione finanziaria, sostegno reciproco e trasformazione dei modelli di business.

L'impatto potenziale di Bflows va oltre i benefici finanziari immediati. Riducendo i tempi di pagamento e liberando la liquidità intrappolata nel sistema, Bflows può contribuire a

stabilizzare l'occupazione, ridurre il rischio di fallimenti e promuovere investimenti a medio e lungo termine. Inoltre, favorendo dinamiche di mutuo sostegno e collaborazione tra le imprese, Bflows può contribuire a creare un'economia più resiliente e prospera.

Naturalmente, l'adozione di una soluzione come Bflows richiede un cambio di mentalità e di approccio da parte di tutti gli attori coinvolti. Le imprese devono essere disposte a condividere informazioni e a collaborare in modo più aperto e trasparente. Le banche e gli istituti finanziari devono abbracciare un nuovo modello di valutazione del rischio e di erogazione del credito, basato sulla comprensione delle dinamiche di rete.

Tuttavia, i potenziali benefici di questo approccio sono significativi. Come evidenziato da numerosi studi (Battiston et al., 2012; Jackson, 2008; Battiston et al., 2016), l'adozione di soluzioni basate sulla network finance può portare a una maggiore efficienza, stabilità e resilienza del sistema economico e finanziario.

Inoltre, l'approccio di Bflows è in linea con le tendenze emergenti nell'economia digitale, come l'uso dei Big Data, dell'intelligenza artificiale e dei gemelli digitali. Queste tecnologie stanno ridefinendo il modo in cui le imprese operano e creano valore, offrendo nuove opportunità di innovazione e di crescita (Gartner, 2019).

In questo contesto, Bflows rappresenta un esempio pionieristico di come queste tecnologie possano essere applicate al settore finanziario, creando soluzioni innovative che rispondono alle sfide del mondo reale. La sua architettura scalabile e collaborativa, basata sugli Hub, lo rende adatto a diversi contesti e settori, con la potenzialità di creare un ecosistema finanziario più efficiente, equo e sostenibile.

Naturalmente, l'adozione su larga scala di una soluzione come Bflows richiederà tempo e sforzi. Sarà necessario un impegno concertato da parte di tutti gli stakeholder - imprese, banche, istituzioni finanziarie, policy maker - per creare le condizioni normative, tecnologiche e culturali necessarie per il successo di questo approccio.

Tuttavia, i primi risultati ottenuti da Bflows sono promettenti e indicano che siamo di fronte a una reale opportunità di cambiamento. Con l'impegno e la collaborazione di tutti gli attori coinvolti, l'adozione di soluzioni basate sulla network finance potrebbe rappresentare un punto di svolta verso un'economia più collaborativa, resiliente e prospera.

In conclusione, Bflows rappresenta un esempio concreto e innovativo di come la tecnologia e la finanza possano essere messe al servizio dell'economia reale, creando valore per le imprese, i lavoratori e la società nel suo complesso. Il suo approccio, basato sulla network finance e sui gemelli digitali, offre una visione pionieristica di come potrebbe evolvere il sistema finanziario del futuro, verso un modello più efficiente, equo e sostenibile.

## 2.2. [Use Case 2] Appunti per la creazione di una Centrale Rischi di rete

### 2.2.1. Centrale rischi tradizionale e limiti

Una centrale rischi è un sistema informativo che raccoglie le informazioni fornite da banche e intermediari finanziari sui crediti concessi e sulle garanzie prestate ai propri clienti. Lo scopo principale è consentire agli intermediari aderenti di conoscere l'esposizione creditizia e le garanzie dei soggetti censiti verso l'intero sistema, per valutare il merito di credito della clientela ed evitare un eccessivo indebitamento (Banca d'Italia, 2023).

Tuttavia, l'approccio tradizionale mostra alcuni limiti nel cogliere appieno i rischi sistemici derivanti dalle interconnessioni tra imprese, settori e istituzioni finanziarie. La valutazione del rischio è spesso focalizzata sulla singola controparte, senza considerare adeguatamente gli effetti a catena e le ripercussioni sull'intera rete economico-finanziaria in caso di insolvenze o crisi (Battiston et al., 2016).

Come evidenziato da Acemoglu et al. (2015) nell'articolo «Systemic Risk and Stability in Financial Networks», le interconnessioni finanziarie possono amplificare gli shock idiosincratici, trasformandoli in rischi sistemici. Gli autori dimostrano che anche una bassa densità di connessioni può rendere il sistema vulnerabile a effetti domino, specialmente in presenza di istituzioni «too-big-to-fail» o fortemente interconnesse.

Gai e Kapadia (2010), nel loro lavoro «Contagion in financial networks», sottolineano come la struttura delle reti finanziarie possa favorire il contagio e la propagazione delle crisi. Reti altamente concentrate, con pochi nodi centrali che fungono da hub, sono particolarmente esposte al rischio sistemico. La complessità e l'opacità delle interconnessioni rendono difficile per i regolatori e gli operatori valutare e gestire questi rischi.

### 2.2.2. Vantaggi di una centrale rischi di rete

Una centrale rischi basata sull'analisi di rete consente di superare questi limiti, offrendo una visione più completa e dinamica del rischio di credito. Mappando le relazioni tra imprese (clienti, fornitori, concorrenti) e intermediari finanziari (prestiti, garanzie), è possibile:

1. Identificare concentrazioni di rischio e vulnerabilità derivanti dalle interconnessioni, non evidenti a livello di singola controparte (Battiston et al., 2016). L'analisi di rete permette di rilevare cluster di imprese fortemente interconnesse, la cui insolvenza potrebbe innescare effetti a catena su ampia scala. Come dimostrato da Battiston et al. (2012) in «Default cascades in complex networks», anche esposizioni apparentemente piccole possono contribuire in modo significativo al rischio sistemico se coinvolgono nodi critici nella rete.
2. Valutare gli impatti sistemici di potenziali insolvenze, tracciando i canali di contagio lungo le catene di fornitura e le esposizioni bancarie comuni (Barberis et al., 2021). Poiché le imprese sono collegate da relazioni commerciali e finanziarie, il fallimento di una controparte può propagarsi rapidamente ai suoi partner, innescando una reazione a catena. Mappare

queste interdipendenze consente di simulare scenari di stress e valutare la resilienza del sistema nel suo complesso.

3. Favorire una gestione più coordinata del rischio tra banche, ad esempio attraverso interventi congiunti su clienti condivisi o scambi di informazioni su pattern di rischio emergenti (Barberis et al., 2021). Una centrale rischi di rete può facilitare la cooperazione tra istituzioni finanziarie nella gestione delle esposizioni comuni, consentendo di identificare precocemente segnali di deterioramento e concordare azioni mirate per prevenire o mitigare le crisi.
4. Sviluppare modelli predittivi basati su anomalie e segnali precoci rilevati nella struttura della rete, come cambiamenti nelle relazioni commerciali o nei flussi finanziari (Battiston et al., 2016). L'analisi dinamica delle reti può evidenziare pattern ricorrenti che precedono situazioni di stress, come la contrazione delle linee di credito, la riduzione dei tempi di pagamento o la concentrazione delle esposizioni. Integrando questi indicatori in modelli di early warning, è possibile anticipare e prevenire potenziali crisi.

Bardoscia et al. (2021), nell'articolo «The physics of financial networks», evidenziano come l'analisi di rete possa migliorare la capacità di prevedere e mitigare i rischi sistemici. Gli autori propongono l'uso di tecniche di fisica statistica e teoria dei network per modellare la stabilità finanziaria, identificando indicatori precoci di fragilità e testando l'efficacia di diverse politiche di regolamentazione.

Nel suo lavoro «Estimating the contagion effect through the portfolio channel using a network approach»(2018)<sup>5</sup>, Alessandro Schiavone della Banca d'Italia propone un approccio innovativo per studiare l'effetto contagio attraverso il canale degli investimenti di portafoglio, utilizzando l'analisi di rete e un modello di simulazione basato su dati bilaterali tra paesi.

L'articolo di Schiavone fornisce un interessante caso di studio sull'applicazione dell'analisi di rete per stimare gli effetti di contagio attraverso il canale del portafoglio di investimenti. Usando un modello di simulazione basato sull'assunzione che gli investitori internazionali riequilibrino i loro portafogli dopo uno shock idiosincratco, riducendo gli investimenti nei paesi a cui sono sovraesposti, l'autore trova che gli effetti di contagio possono essere significativi anche quando lo shock ha origine in un paese periferico.

Il modello suggerisce pertanto che il rischio di contagio è aumentato dopo la crisi finanziaria globale, a causa della crescente centralizzazione della rete degli investimenti di portafoglio e della maggiore integrazione finanziaria delle economie emergenti. Questi risultati avvalorano l'importanza di adottare una prospettiva di rete per analizzare i fenomeni

---

<sup>5</sup>Questo studio offre interessanti spunti metodologici per l'analisi delle interdipendenze finanziarie e dei rischi sistemici che, come evidenziato nel paper «Gemelli digitali ed economia di rete: Un nuovo paradigma per la finanza del futuro», potrebbero essere applicati anche ad altri contesti e livelli di granularità, dalle relazioni tra regioni e province fino alle singole imprese. In particolare, l'approccio di rete consente di mappare le complesse interconnessioni tra attori economici, individuare i nodi centrali e le linee di fault nella propagazione degli shock, e simulare gli effetti di contagio a partire da perturbazioni localizzate.

economico-finanziari, in linea con la visione delineata in questo paper<sup>6</sup>.

Questo paradigma, basato sull'ontologia delle relazioni e sull'utilizzo dei gemelli digitali, apre nuove prospettive per il monitoraggio della stabilità finanziaria e la definizione di politiche macroprudenziali mirate, in linea con la visione di una finanza data-driven, collaborativa e orientata alla creazione di valore condiviso delineata nel paper. L'uso dei gemelli digitali, in particolare, consentirebbe di creare una mappa dinamica e in tempo reale delle interdipendenze finanziarie tra attori economici, identificare in modo proattivo i rischi di contagio e testare l'impatto di diversi scenari e interventi di policy .

Allo stesso tempo, l'adozione di un approccio di rete favorirebbe una maggiore collaborazione e condivisione di informazioni tra operatori e autorità, abilitando forme innovative di gestione collettiva dei rischi sistemici.

### 2.2.3. Applicazioni e benefici

Oltre a migliorare la valutazione del rischio di credito, una centrale rischi di rete può supportare altre finalità di monitoraggio e prevenzione:

- Rilevare pattern sospetti legati al riciclaggio di denaro o al finanziamento illecito, analizzando i flussi finanziari attraverso la rete (Barberis et al., 2021). L'analisi delle transazioni e delle relazioni tra entità può far emergere anomalie e schemi ricorrenti associati ad attività illegali, come reti di società di comodo, prestanome o giurisdizioni opache. L'integrazione di tecniche di network analysis e machine learning può potenziare i sistemi di rilevamento delle frodi e di adeguata verifica della clientela.
- Identificare cartelli e pratiche anti-competitive, individuando cluster di imprese con legami anomali o comportamenti paralleli sul mercato. L'analisi delle reti di imprese può evidenziare strutture di mercato oligopolistiche, accordi collusivi o abusi di posizione dominante. Integrando dati su prezzi, quantità e quote di mercato, è possibile rilevare pattern sospetti di coordinamento e supportare le autorità antitrust nelle loro indagini.
- Valutare la resilienza delle filiere produttive a shock esogeni (ad es. disastri naturali, instabilità geopolitica), simulando impatti e risposte lungo le catene di fornitura. L'analisi delle reti di produzione e approvvigionamento può identificare i nodi critici e le dipendenze strategiche, valutando la capacità del sistema di assorbire e reagire a perturbazioni esterne. Questa conoscenza è cruciale per pianificare interventi di mitigazione e strategie di diversificazione volte a rafforzare la resilienza del tessuto produttivo.

---

<sup>6</sup>Schiavone non solo avvalorava l'importanza di adottare una prospettiva di rete nell'analisi dei fenomeni economico-finanziari, ma offre anche concrete indicazioni metodologiche per la sua implementazione, a partire dalla raccolta di dati granulari sulle esposizioni incrociate fino allo sviluppo di modelli di simulazione che catturino le dinamiche di ribilanciamento dei portafogli e le non linearità nella propagazione degli shock. L'auspicio è che la crescente digitalizzazione dei rapporti economici e l'evoluzione delle tecnologie di analisi dei dati possano progressivamente colmare i gap informativi e computazionali che ancora limitano l'applicazione diffusa di questi approcci, aprendo la strada a una nuova generazione di strumenti per la gestione del rischio e la promozione della stabilità finanziaria in un mondo sempre più interconnesso e complesso.

Criscuolo et al. (2021), nel paper «Productivity and business dynamics through the lens of COVID-19: the shock, risks and opportunities», mostrano come l'analisi delle reti di imprese possa supportare la valutazione degli impatti economici di shock esogeni come la pandemia di COVID-19. Gli autori utilizzano dati granulari sulle relazioni tra imprese per mappare la propagazione settoriale e geografica degli shock, identificare le imprese più vulnerabili e stimare gli effetti a cascata su occupazione, investimenti e produttività.

L'implementazione di una centrale rischi di rete richiede l'integrazione di tecnologie avanzate come blockchain e smart contract per garantire sicurezza, trasparenza e automazione nella gestione dei dati e dei processi (Barberis et al., 2021). La blockchain può fornire un'infrastruttura sicura e distribuita per la condivisione delle informazioni tra gli stakeholder, assicurando l'integrità e la tracciabilità dei dati. Gli smart contract possono codificare le regole di valutazione del rischio e le azioni da intraprendere al verificarsi di determinate condizioni, riducendo i costi di transazione e i rischi operativi.

Cong e He (2019), nell'articolo «Blockchain Disruption and Smart Contracts», analizzano il potenziale dirompente della tecnologia blockchain e degli smart contract in ambito finanziario. Gli autori evidenziano come queste innovazioni possano ridurre le asimmetrie informative, automatizzare i processi e favorire la creazione di mercati più efficienti e trasparenti. Tuttavia, sottolineano anche le sfide regolamentari e di governance legate all'adozione su larga scala di queste tecnologie.

L'evoluzione verso una centrale rischi di rete rappresenta un passo fondamentale per affrontare le sfide poste dalla crescente complessità e interconnessione del sistema economico-finanziario. Questa innovazione promette di rafforzare la stabilità finanziaria, migliorare l'allocazione del credito e supportare una crescita economica più sostenibile e inclusiva.

L'integrazione dell'analisi di rete con tecnologie come blockchain e smart contract apre nuove frontiere per la gestione del rischio e la regolamentazione finanziaria. Tuttavia, la transizione verso questo nuovo paradigma richiede un impegno concertato da parte di istituzioni, regolatori e operatori di mercato per affrontare le sfide tecniche, normative e di governance che ne derivano.

Investire nella ricerca, nello sviluppo di competenze e nella cooperazione internazionale sarà essenziale per cogliere appieno i benefici di questa innovazione, promuovendo al contempo un sistema finanziario più stabile, efficiente ed equo.

#### **2.2.4. Sfide e opportunità nella transizione verso una centrale rischi di rete**

La transizione verso una centrale rischi basata sull'analisi di rete presenta numerose sfide da affrontare per garantirne l'efficace implementazione e l'adozione diffusa. Allo stesso tempo, offre significative opportunità per migliorare la stabilità finanziaria, promuovere l'innovazione e supportare una crescita economica più sostenibile.

Una delle principali sfide riguarda la standardizzazione e l'interoperabilità dei dati. Per costruire una rappresentazione completa e accurata delle reti di interconnessioni, è necessario

armonizzare le definizioni, le tassonomie e i formati dei dati provenienti da diverse fonti e sistemi. Ciò richiede un forte coordinamento tra istituzioni finanziarie, autorità di regolamentazione e fornitori di tecnologia per sviluppare standard comuni e protocolli di scambio dati (Barberis et al., 2021).

Un'altra sfida critica riguarda la governance e la gestione responsabile dei dati. Una centrale rischi di rete implica la condivisione di informazioni sensibili tra molteplici parti, sollevando problematiche di privacy, sicurezza e proprietà dei dati. È essenziale definire un quadro di governance chiaro e robusto, che garantisca la protezione dei dati personali, la trasparenza nei confronti dei soggetti interessati e meccanismi di controllo per prevenire abusi o usi impropri delle informazioni (Cong e He, 2019).

Dal punto di vista metodologico, l'analisi di rete richiede competenze specialistiche e strumenti avanzati per elaborare grandi volumi di dati eterogenei e interpretare pattern complessi. Sarà necessario investire nella formazione di professionisti con competenze interdisciplinari, che combinino conoscenze finanziarie, statistiche e informatiche. Inoltre, occorrerà sviluppare e validare modelli di rischio basati su network, capaci di cogliere le dinamiche non lineari e le dipendenze di coda che caratterizzano i sistemi complessi (Battiston et al., 2016).

Nonostante queste sfide, una centrale rischi di rete offre significative opportunità per promuovere l'innovazione e la trasformazione del settore finanziario. L'adozione di tecnologie come blockchain e smart contract può abilitare lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi finanziari basati su dati di rete, come strumenti di gestione del rischio personalizzati, polizze assicurative parametriche o meccanismi di prezzatura dinamica del credito (Barberis et al., 2021).

Inoltre, una maggiore trasparenza e granularità nella valutazione del rischio può favorire l'inclusione finanziaria, consentendo a imprese e individui tradizionalmente sottoserviti di accedere a servizi finanziari adeguati alle loro esigenze. L'analisi di rete può aiutare a identificare segmenti di mercato trascurati, sviluppare modelli di scoring alternativi e disegnare prodotti su misura per le specificità delle reti locali (Criscuolo et al., 2021).

Un sistema finanziario basato su una centrale rischi di rete può anche contribuire a obiettivi di policy più ampi, come la lotta al riciclaggio di denaro, il contrasto all'evasione fiscale o la promozione di investimenti sostenibili. Integrando dati sulle reti di imprese con informazioni su impatti ambientali, sociali e di governance (ESG), è possibile indirizzare i flussi finanziari verso attività allineate con gli obiettivi di sviluppo sostenibile e penalizzare comportamenti non virtuosi (Bardoscia et al., 2021).

La transizione verso una centrale rischi di rete rappresenta una sfida complessa ma necessaria per affrontare le crescenti complessità e interconnessioni del sistema economico-finanziario. Richiederà un impegno congiunto da parte di istituzioni, regolatori, accademia e industria per sviluppare le tecnologie, le competenze e i quadri normativi abilitanti.

Investire in questa innovazione può generare benefici diffusi in termini di stabilità finanziaria, efficienza del mercato, inclusione e sostenibilità. Promuovendo una comprensione più granulare e dinamica del rischio, una centrale rischi di rete può supportare decisioni più informate, migliorare l'allocazione del capitale e stimolare l'innovazione nei servizi finanziari.

Sarà essenziale accompagnare questa transizione con un dibattito pubblico informato, coinvolgendo attivamente cittadini, imprese e società civile. Solo attraverso una collaborazione aperta e inclusiva sarà possibile cogliere appieno le opportunità offerte da questa innovazione, promuovendo al contempo un sistema finanziario più stabile, equo e sostenibile.

### **3. Parte 3: implicazioni dell'utilizzo dei Digital Twins finanziari e dell'analisi di rete**

#### **3.1. Implicazioni dell'utilizzo dei digital twins per la Pubblica Amministrazione**

L'adozione di un modello strategico di azione basato sui gemelli digitali nel settore pubblico potrebbe offrire opportunità rivoluzionarie per la gestione e l'analisi delle dinamiche economiche. Questa tecnologia trasformativa non solo migliora la capacità di monitoraggio e previsione, ma apre anche nuove frontiere nella simulazione e nell'ottimizzazione delle politiche pubbliche (Dembski et al., 2020).

Gli enti governativi possono trarre vantaggio dall'adozione di queste tecnologie avanzate per una gestione più efficace ed efficiente dell'economia:

1. Monitoraggio e gestione dell'economia: con i gemelli digitali, i governi e i regolatori hanno accesso a una visione più dettagliata e in tempo reale delle dinamiche economiche, permettendo un monitoraggio più accurato dell'interazione tra diversi settori e regioni.
2. Previsione e gestione di crisi: questi strumenti avanzati forniscono capacità di analisi dei dati in tempo reale, migliorando la previsione di crisi economiche o finanziarie e consentendo interventi proattivi (Haldane & May, 2011).
3. Simulazione degli effetti delle politiche pubbliche: i gemelli digitali consentono di simulare gli effetti di varie politiche pubbliche, come quelle di sostegno, investimento e fiscali, permettendo alle autorità di prevedere gli impatti economici e di regolare le strategie in modo più mirato ed efficace (Dembski et al., 2020).
4. Decisioni di politica economica basate sui dati: l'analisi approfondita resa possibile dai gemelli digitali aiuta a formulare decisioni di politica economica più informate, guidando lo sviluppo di strategie che promuovono crescita, stabilità e resilienza (Dembski et al., 2020).

In conclusione, l'uso dei gemelli digitali nel settore pubblico non solo migliora il monitoraggio e la previsione, ma è anche fondamentale per testare e perfezionare le politiche pubbliche, assicurando che le decisioni governative siano basate su previsioni accurate e dettagliate degli impatti economici.

#### **3.2. Implicazioni dell'utilizzo dei digital twins per gli operatori economici privati**

L'impiego dei gemelli digitali nel settore privato sta trasformando radicalmente il modo in cui gli operatori economici, dalle banche agli investitori, fino alle aziende, comprendono e interagiscono con il panorama economico-finanziario. Questa tecnologia innovativa apre nuove possibilità per una comprensione approfondita delle interconnessioni del mercato, identificazione di opportunità di investimento, valutazione dei rischi sistemici, e ottimizzazione delle

decisioni di investimento e di credito. Inoltre, stimola lo sviluppo di nuovi strumenti finanziari che tengono conto delle complessità dell'economia moderna (Boreiko & Risteski, 2020).

1. **Comprensione delle dinamiche economico-finanziarie:** Banche, investitori e aziende possono beneficiare di una comprensione più profonda delle interconnessioni e delle dinamiche all'interno dell'economia. Questo può aiutare ad anticipare i cambiamenti del mercato e adattare le strategie di business di conseguenza.
2. **Identificazione di opportunità di investimento e rischi sistemici:** Grazie all'analisi dettagliata e multidimensionale fornita dai gemelli digitali, questi stakeholder possono identificare nuove opportunità di investimento e valutare meglio i rischi sistemici. Questo include la capacità di vedere come i cambiamenti in un settore o in una regione possano influenzare altri settori o mercati (Battiston et al., 2016).
3. **Ottimizzazione delle decisioni di investimento e di credito:** Le banche possono utilizzare queste informazioni per ottimizzare le loro decisioni di credito, identificando i clienti più affidabili o quelli che rappresentano un rischio maggiore analizzandoli non con un approccio monadico e su bilanci vecchi di un anno ma sulla base di dati in real-time e in funzione del ruolo che svolgono nel network. Allo stesso modo, le società di rating/scoring possono utilizzare questi dati e questo approccio per dar vita a nuovi modelli di determinazione del rischio e del merito creditizio. Gli investitori possono utilizzare queste analisi per costruire portafogli più resilienti e ad alto rendimento (Boreiko & Risteski, 2020).
4. **Sviluppo di nuovi strumenti finanziari:** L'approccio innovativo offerto dalla network finance e dai gemelli digitali può stimolare lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi finanziari che tengano conto delle complessità e delle interdipendenze e delle specificità del sistema o sottosistema economico in cui si vuole agire (Barberis et al., 2021).
5. **Facilitazione di nuove partnership e joint venture:** I gemelli digitali permettono alle imprese di identificare sinergie e opportunità di collaborazione con maggiore precisione. Questa tecnologia aiuta a prevedere i risultati di possibili alleanze, valutando l'impatto e l'efficacia di potenziali partnership o joint venture in vari scenari di mercato.
6. **Sperimentazione e lancio di nuovi prodotti e servizi:** L'uso dei gemelli digitali offre alle aziende la possibilità di testare virtualmente nuovi prodotti e servizi prima del loro effettivo lancio sul mercato. Questo consente di valutare in anticipo la risposta del mercato e di ottimizzare le strategie di commercializzazione, riducendo i rischi e aumentando le probabilità di successo (Wright & Davidson, 2020).

### **3.3. Implicazioni dell'utilizzo dei digital twins per la misurazione degli impatti ESG**

La mappatura in tempo reale e l'analisi dei flussi finanziari in un'ottica di rete possono semplificare e rendere più accurato il monitoraggio ESG, consentendo una quantificazione economica puntuale degli impatti e delle performance ESG.

- **Tracciamento dei flussi finanziari legati all'ESG:** attraverso i gemelli digitali e l'analisi di rete, è possibile tracciare i flussi finanziari legati a progetti, investimenti e attività specifiche

ESG all'interno di un'organizzazione e lungo le sue catene di valore. Ad esempio, è possibile monitorare i fondi allocati per iniziative di energia rinnovabile, programmi di diversità e inclusione o pratiche di approvvigionamento sostenibile (Barberis et al., 2021). Questo livello di granularità consente una comprensione più dettagliata di come le risorse finanziarie vengono allocate e utilizzate per guidare i risultati ESG.

- **Quantificazione dell'impatto ESG:** integrando i dati finanziari con metriche ESG in un gemello digitale, è possibile quantificare l'impatto economico delle attività ESG. Ad esempio, è possibile calcolare il ritorno sull'investimento (ROI) dei progetti di efficienza energetica, considerando i risparmi sui costi e le entrate generate, o stimare il valore economico aggiunto delle iniziative di coinvolgimento della comunità, tenendo conto dei miglioramenti nella reputazione del marchio e nella fidelizzazione dei clienti (Battiston et al., 2016). Questa quantificazione economica aiuta a giustificare gli investimenti ESG e a integrare le considerazioni ESG nel processo decisionale finanziario.
- **Identificazione dei rischi e delle opportunità ESG:** l'analisi di rete dei flussi finanziari può aiutare a identificare i rischi e le opportunità ESG nascosti. Ad esempio, può evidenziare la concentrazione di investimenti in settori o regioni ad alto rischio ESG, o identificare le dipendenze da fornitori o partner con scarse performance ESG (Wright & Davidson, 2020). D'altra parte, può anche rivelare opportunità per investimenti ad alto impatto o collaborazioni innovative. Questa visione basata sul rischio può aiutare le organizzazioni a mitigare proattivamente i rischi ESG e a cogliere le opportunità di creazione di valore.
- **Benchmarking e analisi comparative:** i gemelli digitali e l'analisi di rete consentono un benchmarking e un'analisi comparativa più significativi delle performance ESG. Mappando i flussi finanziari e gli impatti ESG attraverso le reti di settore o le catene di approvvigionamento, è possibile confrontare le performance di diverse organizzazioni o unità di business utilizzando parametri di riferimento comuni (Barberis et al., 2021). Questo può favorire l'apprendimento delle best practice, identificare le aree di miglioramento e guidare una sana competizione verso risultati ESG migliori.
- **Ottimizzazione delle decisioni di allocazione del capitale:** incorporando l'analisi dei flussi finanziari legati all'ESG nei processi decisionali di allocazione del capitale, le organizzazioni possono ottimizzare i loro portafogli di investimenti e progetti per massimizzare l'impatto ESG e i rendimenti finanziari. I gemelli digitali possono essere utilizzati per simulare diversi scenari di allocazione, valutando i trade-off e identificando le opzioni ottimali che allineano le prestazioni finanziarie e ESG (Monasterolo et al., 2017). Questo può aiutare a integrare in modo più sistematico le considerazioni ESG nella pianificazione strategica e nella gestione finanziaria.
- **Rendicontazione e comunicazione migliorate:** la capacità di tracciare e quantificare economicamente i flussi finanziari legati all'ESG può migliorare notevolmente la rendicontazione e la comunicazione delle prestazioni ESG. Con dati dettagliati e metriche finanziarie a portata di mano, le organizzazioni possono produrre rapporti ESG più completi, accurati e comparabili (Barberis et al., 2021). Possono anche comunicare in modo più efficace l'impatto e il valore dei loro sforzi ESG agli stakeholder, dagli investitori ai clienti alla società civile.

La mappatura in tempo reale e l'analisi dei flussi finanziari in un'ottica di rete può far progredire significativamente il monitoraggio e la gestione dell'ESG, consentendo una quantificazione economica più puntuale e significativa. Tracciando i flussi finanziari a livello granulare, le organizzazioni possono ottenere una comprensione più sfumata di come le loro risorse finanziarie influenzano le prestazioni ESG, identificare rischi e opportunità nascosti e ottimizzare le decisioni di allocazione del capitale per l'impatto. Inoltre, questo approccio può migliorare il benchmarking, la rendicontazione e la comunicazione delle prestazioni ESG, favorendo una maggiore trasparenza, responsabilità e riconoscimento degli sforzi di sostenibilità. Man mano che le aspettative degli stakeholder in materia di ESG continuano a crescere, l'adozione di questi approcci innovativi di monitoraggio e analisi finanziaria può diventare un imperativo competitivo.

## 4. Appendice: Ontologia delle Relazioni e Network Finance

Nell'era dell'informazione e dell'interconnessione globale, la comprensione delle dinamiche economiche e finanziarie richiede un approccio innovativo che vada oltre i metodi tradizionali. La network finance, basata sulla ontologia delle relazioni, rappresenta questo nuovo approccio, focalizzandosi sull'analisi delle relazioni interconnesse per identificare gli attributi dei singoli soggetti in contesti complessi e interdipendenti (Barberis et al., 2021).

Questo approccio si fonda sulla visione dell'uomo come *infor*<sup>7</sup>, un organismo informazionale interconnesso che condivide con agenti biologici e artefatti ingegnerizzati un ambiente globale costruito in ultima analisi dalle informazioni, l'*infosfera* (Floridi, 2010). In questo contesto, le relazioni rappresentano non solo la lente attraverso cui interpretare e comprendere il mondo, ma la struttura stessa della realtà, la fitta trama di cui la realtà si compone.

Questa visione è supportata da una convergenza multidisciplinare attorno al tema delle relazioni, non solo nelle scienze sociali e umanistiche, ma anche nelle scienze naturali, in particolare nella fisica teorica, dove si sta affermando un modello interpretativo della realtà basato su un'ontologia delle relazioni, più adatta allo studio dei sistemi complessi e più vicina alle evidenze che emergono dallo studio della fisica quantistica (Kuhlmann, 2013).

L'introduzione di una ontologia delle relazioni in ambito economico e finanziario rappresenta una sfida entusiasmante, un campo di ricerca di frontiera foriero di grandi opportunità di crescita e sviluppo. A partire da questo nuovo paradigma sarà possibile generare nuove progettualità finalizzate al rilascio di servizi e prodotti che non si limitino a tradurre quelli tradizionali attraverso l'ausilio delle più moderne tecnologie ICT, ma che rappresentino una vera e propria innovazione rispetto al passato prima di tutto in termini di approccio ai problemi (Barberis et al., 2021).

Un tale cambio di paradigma comporta inevitabilmente una radicale cesura con il passato, implicando una modifica profonda non solo in termini di approccio interpretativo, operativo e di intervento ma anche in termini di *weltanschauung* da parte degli operatori del settore. Il passaggio da una prospettiva diadica delle relazioni (umane, economiche e finanziarie), in cui i singoli soggetti sono gli oggetti di un'analisi e di soluzioni che li vede avulsi e isolati dall'insieme, ad una prospettiva di network, implica la necessità di interpretare le relazioni di mercato non più come la semplice sommatoria di scambi bilaterali chiusi, ma come un reticolo, come un flusso di relazioni aperte (Barberis et al., 2021).

Lo studio puntuale degli effetti di questo cambio di approccio sul nostro sistema economico potrebbe offrire tutta una serie di evidenze controintuitive rispetto al tradizionale modo di pensare al mercato, alla finanza, al credito, alle aziende. È possibile che un sistema finanziario

---

<sup>7</sup>Il termine «*infor*», coniato dal filosofo Luciano Floridi, si riferisce a un organismo informazionale interconnesso che condivide con agenti biologici e artefatti ingegnerizzati un ambiente globale costruito in ultima analisi dalle informazioni, chiamato *infosfera*. Questo concetto sottolinea come, nell'era digitale, l'identità e l'esistenza degli esseri umani siano sempre più legate alle informazioni e alle interconnessioni.

fondato sullo studio delle relazioni possa gradualmente far emergere una serie di prodotti e servizi in cui le dinamiche collaborative, supportate dal nuovo approccio interpretativo e dalle nuove tecnologie, potrebbero in breve tempo dimostrarsi più efficienti e efficaci delle dinamiche competitive nel garantire stabilità al mercato, elevati livelli di crescita, riduzione dei rischi sistemici e un maggior livello di resilienza tanto a livello globale quanto a livello locale (Barberis et al., 2021).

Le dinamiche di rete insite in questi modelli collaborativi saranno ben lontane dalla rigidità dei contratti di rete, delle filiere o dei distretti produttivi per come li conosciamo oggi, bensì contribuiranno alla creazione di un nuovo modello di reti resilienti che potremmo definire oloniche<sup>8</sup> (Merli & Saccani, 1994). In questa ottica, è lecito e per certi versi auspicabile pensare che anche i mercati, in futuro, possano essere interpretati e agiti come reti di tipo olonico, in grado di esprimere livelli più elevati di creatività, rapidità e flessibilità, dimostrandosi più adatte a convivere con i repentini mutamenti dell'ambiente economico e con la necessità di produrre costantemente innovazione (Chandler, 1990).

Tale approccio potrebbe favorire la nascita di quello che abbiamo definito uno spazio intermedio, un iperluogo come si è detto, in cui mercato autoregolato e programmazione economica si incontrano, supportati dalle tecnologie emergenti, per ridisegnare in un'ottica di rete il sistema economico finanziario in cui viviamo ed operiamo.

---

<sup>8</sup>Il termine «reti oloniche» fa riferimento al concetto di «olone», introdotto da Arthur Koestler per descrivere entità che sono simultaneamente un tutto autonomo e una parte dipendente di un sistema più ampio. In questo contesto, le reti oloniche sono strutture organizzative flessibili e adattive, in cui i nodi mantengono una certa autonomia pur collaborando strettamente all'interno della rete per raggiungere obiettivi comuni.

## 5. Bibliografia utilizzata

Acemoglu, D., Ozdaglar, A., & Tahbaz-Salehi, A. (2015). Systemic risk and stability in financial networks. *American Economic Review*, 105(2), 564-608.

Arrow, K. J., & Debreu, G. (1954). Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 265-290.

Atradius. (2019). *Atradius Payment Practices Barometer*. <https://group.atradius.com/publications/payment-practices-barometer.html>

Axelrod, R., & Hamilton, W. D. (1981). The evolution of cooperation. *Science*, 211(4489), 1390-1396.

Alessandro Schiavone (2018) Estimating the Contagion Effect Through the Portfolio Channel Using a Network Approach

Barabási, A. L. (2016). *Network science*. Cambridge university press.

Barberis, J., Arner, D. W., Buckley, R. P., Zetsche, D. A., & Brown, H. S. (2021). The regulation of artificial intelligence in finance: Putting the human in the loop. *Stanford Journal of Law, Business, and Finance*, 26(1), 145-208.

Bardoscia, M., Caccioli, F., Perotti, J. I., Vivaldo, G., & Caldarelli, G. (2021). The physics of financial networks. *Nature Reviews Physics*, 3(7), 490-507.

Barr, C. (2020, December 16). Digital twins: Bridging the physical and digital.

Battiston, S., Caldarelli, G., May, R. M., Roukny, T., & Stiglitz, J. E. (2016). The price of complexity in financial networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(36), 10031-10036.

Battiston, S., Puliga, M., Kaushik, R., Tasca, P., & Caldarelli, G. (2012). DebtRank: Too central to fail? Financial networks, the FED and systemic risk. *Scientific Reports*, 2(1), 1-6.

Boreiko, D., & Risteski, D. (2020). Digital twin for investment portfolio management. *2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR)*, 234-238.

Braun, A., Tuttas, S., Borrmann, A., Stilla, U. (2021). Konzept und aufbau eines digitalen zwillings für die bauwerksüberwachung. In: Heipke, C.; Luhmann, T.; Müller, M.; Benndorf, J. (Hrsg.): *Photogrammetrie - Fernerkundung - Geoinformatik - 2021*, Beiträge der 40. wissenschaftlich-technischen jahrestagung der DGPF, Band 30, pp. 203-214.

Byung Chul Han, (2021). *Undinge. Umbrüche der Lebenswelt*, Ullstein Verlag, Berlin, tr.it. *Le non cose. Come abbiamo smesso di vivere il reale*, Einaudi , Torino 2023.

Bruynseels, K., Santoni de Sio, F., & van den Hoven, J. (2018). Digital Twins in Health Care: Ethical Implications of an Emerging Engineering Paradigm. *Frontiers in Genetics*, 9, 31.

Chandler, A. D. (1990). *Scale and scope: The dynamics of industrial capitalism*. Harvard University Press.

Cong, L. W., & He, Z. (2019). Blockchain disruption and smart contracts. *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1754-1797.

Criscuolo, C., Gal, P. N., Leidecker, T., Losma, F., & Nicoletti, G. (2021). Productivity and business dynamics through the lens of COVID-19: the shock, risks and opportunities. *OECD Productivity Working Papers*, No. 31, OECD Publishing, Paris.

Dembski, F., Wössner, U., Letzgus, M., Ruddat, M., & Yamu, C. (2020). Urban digital twins for smart cities and citizens: The case study of Herrenberg, Germany. *Sustainability*, 12(6), 2307.

Farmer, J. D., Gallegati, M., Hommes, C., Kirman, A., Ormerod, P., Cincotti, S., ... & Helbing, D. (2012). A complex systems approach to constructing better models for managing financial markets and the economy. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 295-324.

Fédération Internationale de l'Automobile. (2021). *2021 Formula One Sporting Regulations*. [https://www.fia.com/sites/default/files/2021\\_formula\\_1\\_sporting\\_regulations\\_-\\_iss\\_11\\_-\\_2021-07-12.pdf](https://www.fia.com/sites/default/files/2021_formula_1_sporting_regulations_-_iss_11_-_2021-07-12.pdf)

Floridi, L. (2010). *Information: A very short introduction*. Oxford University Press.

Gai, P., & Kapadia, S. (2010). Contagion in financial networks. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 466(2120), 2401-2423.

Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In *Transdisciplinary perspectives on complex systems* (pp. 85-113). Springer, Cham.

Haldane, A. G., & May, R. M. (2011). Systemic risk in banking ecosystems. *Nature*, 469(7330), 351-355.

Hidalgo, C. (2015). *Why Information Grows: The Evolution of Order, from Atoms to Economies*. Basic Books.

Intrum. (2021). *European Payment Report 2021*. <https://www.intrum.com/media/10654/intrum-epr-2021.pdf>

Intrum Justitia. (2019). *European Payment Report 2019*. <https://www.intrum.com/media/5755/intrum-epr-2019.pdf>

Jackson, M. O. (2010). *Social and economic networks*. Princeton university press.

Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 363-391.

Klein, M. (2019, June 13). How Digital Twins Are Revolutionizing Formula One. *Rescale*. <https://blog.rescale.com/how-digital-twins-are-revolutionizing-formula-one/>

Kuhlmann, M. (2013). What is real? *Scientific American*, 309(2), 40-47.

- Lacan, J. (1974). *Scritti*, Einaudi, Torino.
- Lacan, J. (1983). *Il Seminario*, a cura di G. Contri, Einaudi, Torino.
- Lacan, J. (2007). *Il seminario. Libro X. L'angoscia*. Einaudi, Torino.
- Lacan, J. (2008). *Il seminario. Libro VII. L'etica della psicoanalisi*. 2a ed., Einaudi, Torino.
- Mazzarella E. (2022), *Contro metaverso. Salvare la presenza*, Mimesis, Milano-Udine.
- Merli, G., & Saccani, C. (1994). *L'azienda olonico-virtuale*. Il Sole 24 Ore Libri.
- Merlini, F. (2022). *Ritornare in sé. L'interiorità smarrita e l'infinita distrazione*, Aragno, Torino.
- Monasterolo, I., Battiston, S., Janetos, A. C., & Zheng, Z. (2017). Vulnerable yet relevant: the two dimensions of climate-related financial disclosure. *Climatic Change*, 145(3), 495-507.
- Newman, M. (2018). *Networks*. Oxford university press.
- Ogawa, Y. (1994). *Hisoyaka na kesshō*, Kodansha, Bunkyo, Tokyo, tr. it. di L. Testaverde *L'isola dei senza memoria*, Il Saggiatore, Milano 2018.
- Osservatorio Polimi. (2019). *Il Supply Chain Finance in Italia: Dati, Trend e Prospettive*. <https://www.osservatori.net/it/eventi/on-demand/convegni/il-supply-chain-finance-in-italia-dati-trend-e-prospettive>
- Pascual, M., & Dunne, J. (Eds.). (2006). *Ecological networks: linking structure to dynamics in food webs*. Oxford University Press.
- Tagliagambe, S. (2022). *Metaverso e gemelli digitali. La nuova alleanza tra reti naturali e artificiali*, Mondadori Università, Milano.
- Tagliagambe, S. (2024). *Epistemologia dell'azione*, Aragno.
- Von Uexküll, J.J. (1962)- *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen. Eine Bedeutungslehre* (mit G. Kriszat), Rowohlt, Hamburg 1962; tr. ingl. *A Foray Into the Worlds of Animals and Humans: With a Theory of Meaning*, translated by Joseph D. O'Neil, University of Minnesota Press, Minneapolis/London 2010, tr. it. a cura di M. Mazzeo, *Ambienti naturali e ambienti umani. Una passeggiata in mondi sconosciuti e invisibili*, Quodlibet, Macerata 2010.
- Wright, L., & Davidson, S. (2020). How to tell the difference between a model and a digital twin. *Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences*, 7(1), 1-13.