



Economia Aziendale Online

Economia Aziendale Online

Business and Management Sciences
International Quarterly Review

Systems Thinking.

Modelli per attuare la crescita sostenibile e la
creazione di valore condiviso

Piero Mella
Michela Pellicelli

Pavia, March 31, 2024
Volume 15 – N. 1/2024

DOI: 10.13132/2038-5498/15.1.113-151

www.ea2000.it
www.economiaaziendale.it



PaviaUniversityPress

Systems Thinking.

Modelli per attuare la crescita sostenibile e la creazione di valore condiviso

Piero Mella

Già Professore ordinario di
Teoria del Controllo.

Dipartimento di Scienze
Economiche e Aziendali,
Università degli Studi di Pavia.
Italia.

Michela Pellicelli, PhD

Assistant Professor di
Economia Aziendale.

Dipartimento di Scienze
Economiche e Aziendali,
Università degli Studi di Pavia.
Italia.

Corresponding Author:

Piero Mella

piero.mella@unipv.it

Cite as:

Mella, P. & Pellicelli, M. (2024).
Systems Thinking. Modelli per
attuare la crescita sostenibile e la
creazione di valore condiviso.
Economia Aziendale Online, 15(1), 113-
151.

Section: *Refereed Paper*

Received: January 2024

Published: 31/03/2024

ABSTRACT

Questo studio affronta il problema della sostenibilità da due punti di vista: la sua genesi e la sua soluzione. Per quanto riguarda il primo, introdurremo l'ipotesi che la mancata considerazione dei problemi di sostenibilità non sia irrazionale in senso assoluto ma derivi dall'azione di tre archetipi che descrivono con precisione il comportamento "naturale" degli individui nel perseguire i propri scopi: comportarsi in modo da fornire evidenti vantaggi a breve termine, sia individuali che locali, ignorando gli svantaggi e i danni che tale comportamento produce nel lungo periodo, a livello collettivo e globale. Per quanto riguarda il secondo punto, la soluzione, punto di vista (la soluzione del problema), riteniamo valido il modello generale del cambiamento a tre velocità (o a tre ruote di cambiamento) noto come "Modello PSC", poiché descrive tre ruote del cambiamento: la ruota veloce del cambiamento nei Processi, quella più lenta del cambiamento nelle Strutture, e quella molto lenta del cambiamento nella Cultura. Il cambiamento verso una cultura della sostenibilità deve essere innescato dalla ruota che fissa norme e regole per modificare i Processi e le procedure operative attuali; questa ruota deve necessariamente innescare la ruota del cambiamento nelle strutture, che è necessaria per poter svolgere i processi con le nuove regole. Il cambiamento, però, avviene effettivamente e stabilmente solo quando c'è una rotazione della ruota della Cultura, che muove gli individui a considerare gli effetti del loro comportamento anche nel lungo periodo, a livello collettivo e globale.

This study will examine the problem of sustainability from two points of view: its genesis and solution. Regarding the former, we shall introduce the hypothesis that the failure to consider sustainability problems is not irrational in an absolute sense but derives from the action of three archetypes that accurately describe the "natural" behavior of individuals in pursuing their aims: behaving in a way that will provide evident short-term advantages, both individual and local, while ignoring the disadvantages and harm such behavior produces in the long run, at the collective and global level. As regards the latter point of view (the solution of the problem), we hold valid the general three-speed (or three-wheels of change) model of change known

as the "PSC Model", since it describes three wheels of change: the fast wheel of change in the Processes, the slower one of change in the Structures, and the very slow one of change in the Culture. The change toward a culture of sustainability must be triggered by the wheel that sets norms and rules for modifying the actual Processes and operational procedures; this wheel must necessarily trigger the wheel of change in the structures, which is necessary in order to carry out the processes with the new rules. The change effectively occurs only when there is a rotation of the wheel of Culture, which moves individuals to consider the effects of their behavior even in the long run, at a collective and global level.

Keywords: sostenibilità, Pensiero Sistemico, modello di cambiamento PSC, cambiamento culturale, progresso sociale ed economico, creazione di valore condiviso.

1 – Introduzione

Negli ultimi anni le imprese sono state sottoposte a crescenti pressioni in termini di sostenibilità, come definita dal rapporto intitolato "Our Common Future" della Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo, WCED (vedi Paragrafo 2).

Tali pressioni riguardano sia i processi attuali che quelli in fase di sviluppo. Nei decenni passati gli interessi economico/finanziari delle imprese e delle organizzazioni produttive di ogni tipo hanno prevalso sulla valutazione di possibili svantaggi sociali. La ricerca della creazione di valore è stata indirizzata principalmente al raggiungimento di risultati finanziari di breve periodo, sulla base di una prospettiva miope che ignorava le esigenze di più ampio respiro dei clienti e della collettività in generale. Tuttavia, gli stakeholder sociali, in particolare i governi e le comunità locali, hanno preso coscienza del problema della sostenibilità e ora richiedono una maggiore attenzione all'*ambiente, alla crescita economica e alla condizione dei lavoratori*, mentre i clienti sono sempre più esigenti in termini di *qualità e innovazione*.

Tuttavia, le politiche aziendali per la crescita che rispettino la sostenibilità ambientale non possono essere lasciate alla sola iniziativa e discrezionalità degli imprenditori ma devono essere guidate e, ove necessario, imposte dai policy maker. Esistono ormai normative specifiche che obbligano le aziende a fornire informazioni al pubblico in merito alle proprie azioni a favore della sostenibilità. In particolare, le imprese più grandi e quotate in borsa sono invitate ad aumentare la loro sostenibilità e a pubblicare, in specifici report, i loro risultati in ambito economico, ambientale e sociale. La comunicazione sulla strategia dell'UE per lo sviluppo sostenibile (15/5/2001) ha invitato tutte le società quotate in borsa con almeno 500 dipendenti a pubblicare nelle loro relazioni annuali agli azionisti una "triplice linea di fondo", una "triple bottom line", che misuri le loro prestazioni in base a congiunti criteri economici, ambientali e sociali.

Il primo obiettivo di questo studio è quello di adottare il Systems Thinking come potente strumento per guidare l'impresa verso gli obiettivi di crescita sostenibile e di creazione di valore condiviso, sviluppando una analisi teorica fondata sui modelli di Systems Thinking proposti da Peter Senge (*et al.*, 1990, 2008). Nelle sue opere Senge applica il Systems Thinking al sistema socioeconomico per esplorare i percorsi di cambiamento della cultura industriale, un cambiamento ritenuto indispensabile per favorire la sostenibilità del nostro sistema sociale ed

economico in un contesto in cui le risorse comuni non rinnovabili stanno diventando sempre più scarse.

A sustainable world, too, will only be possible by thinking differently. With nature and not machines as their inspiration, today's innovators are showing how to create a different future by learning how to see the larger systems of which they are a part and to foster collaboration across every imaginable boundary. These core capabilities – seeing systems, collaborating across boundaries, and creating versus problem solving – form the underpinnings, and ultimately the tools and methods, for this shift in thinking» (Senge *et al.*, 2008, p. 11).

Il messaggio di Senge è chiaro: per passare a un “modo” sostenibile di produrre (e vivere), non basteranno le azioni di molti singoli imprenditori; serve uno sforzo comune, un'azione condivisa da tutto il sistema produttivo e sociale per trasformare i *danni* provocati dagli sprechi e dall'inquinamento in *opportunità* di rinnovamento e crescita. Questo studio si propone, pertanto, un secondo obiettivo, quello di dimostrare che il punto di vista di Senge conferma ciò che il Modello PSC (Processi, Strutture, Cultura) prevede: ovvero, che il cambiamento economico e sociale avviene attraverso tre interventi dinamici che portano al cambiamento agendo a velocità diverse (Mella & Meo Colombo, 2014; Mella, 2015):

1. Cambiamento dei *processi operativi interni*, rapido ma a breve termine.
2. Cambiamento delle *strutture organizzative*, più lento e semi-permanente.
3. Cambiamento nella *cultura*, cioè nei modelli cognitivi e comportamentali degli individui o dei gruppi che partecipano alla struttura sociale e organizzativa; il cambiamento culturale è molto lento, ma piccole variazioni culturali possono produrre grandi cambiamenti.

Nel modello di Senge l'analisi del cambiamento culturale è chiaramente prevalente. Tuttavia, è necessario collegare questo lento cambiamento (forse troppo lento vista l'urgenza della sostenibilità) ai più rapidi cambiamenti dei processi e delle strutture che possono accelerare il cambiamento culturale.

2 – Definire la sostenibilità. Breve rassegna della letteratura

Grazie anche agli effetti della crisi energetica, all'inizio degli anni '70 un importante rapporto dal titolo "*I limiti dello sviluppo*" (Club di Roma, 1972) ha avviato il dibattito internazionale su come l'uomo dovrebbe intervenire per creare una “curva di accomodamento logistico” alle risorse al fine di limitare la crescita esponenziale della popolazione, del cibo, della produzione industriale, del consumo di energia, delle emissioni di CO₂, e altre variabili cruciali., evitando così una catastrofe nel medio periodo.

La natura del dibattito si è spostata dai "*limiti alla crescita*" al concetto di "*sviluppo sostenibile*" con la pubblicazione del rapporto: "*World Conservation Strategy*" (1980) dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura e delle Risorse Naturali (IUCN). Durante gli anni '80 e '90 gravi problemi ambientali, come la riduzione dello strato di ozono e i cambiamenti climatici, hanno portato a una maggiore attenzione al concetto di "*crescita sostenibile*". Ciononostante, la letteratura dell'epoca si concentrava ancora principalmente sulla condizione dell'umanità, riconoscendo la dipendenza dell'uomo dalla natura.

Le definizioni di sostenibilità presenti in letteratura sono numerose e controverse, e possono essere suddivise in tre aree principali (Mebratu, 1998):

- a. *versione istituzionale*, che rappresenta le definizioni degli organismi internazionali;
- b. *versione ideologica*, che si basa su ideologie come la teologia della liberazione, il femminismo radicale e l'eco-socialismo;
- c. *versione accademica*, che può essere attribuita a concettualizzazioni di economisti, ecologisti e sociologi.

La definizione più pertinente e citata è quella tratta dal rapporto intitolato "*Our Common Future*", pubblicato dal WCED (*versione istituzionale*) e già ricordata al paragrafo 1:

Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs (Brundtland Commission", 1987).

La sostenibilità è anche definita come:

... a broad interpretation of ecological economics where environmental and ecological variables and issues are basic but part of a multidimensional perspective. Social, cultural, health-related and monetary/financial aspects have to be integrated into the analysis (Söderbaum, 2008).

Riferendosi alla definizione della "Commissione Brundtland" (1987), Adams (2006, p. 1) osserva:

Over these decades, the definition of sustainable development evolved. ... This definition was vague, but it cleverly captured two fundamental issues, the problem of the environmental degradation that so commonly accompanies economic growth, and yet the need for such growth to alleviate poverty.

I moderni concetti di sostenibilità hanno iniziato a prendere forma nel corso degli anni '90, dopodiché c'è stata una crescita del numero di definizioni in vari contesti, anche economici, con l'introduzione dell'"*economia ecologica*".

Negli ultimi anni si è assistito ad un proliferare della letteratura aziendale e manageriale, con un'esplosione anche della letteratura internazionale, in cui la sostenibilità è il tema principale e viene utilizzata per descrivere problemi legati alla tecnologia, allo sviluppo economico e agli approcci manageriali in vari ambiti quali la '*tecnologia sostenibile*', l'*economia sostenibile*', il '*business sostenibile*' e l'*agricoltura sostenibile*'.

Al fine di progredire verso la garanzia di un'economia sostenibile, sono state esplorate varie "aree chiave", come gli effetti ambientali e le conseguenze per la natura di una crescita economica senza vincoli, insieme alle prospettive di un'attività economica che tenga maggiormente conto delle conseguenze sociali e ambientali del comportamento del mercato (Lovins *et al.*, 2007).

Per quanto riguarda l'economia delle unità produttive, sostenibilità significa sostenere adeguatamente le imprese, evitare periodi di instabilità e discontinuità e consentire all'attività economica di sopravvivere nel tempo. L'idea di base è che la sostenibilità si interfaccia con l'economia attraverso le conseguenze sociali ed ecologiche delle attività economiche (Daly & Cobb, 1989).

Come hanno sottolineato Costanza e Patten (1995), prendendo il significato di sostenibilità dalla biologia, da cui il termine ha avuto origine:

Biologically, sustainability means avoiding extinction and living to survive and reproduce. Economically, it means avoiding major disruptions and collapses, hedging against instabilities and discontinuities. Sustainability, at its base, always concerns temporality, and in particular, longevity.

In ambito economico si sono susseguite molte definizioni di sostenibilità in relazione alle quali possiamo citare diversi aspetti ricorrenti della definizione di questo termine (Vos, 2007):

1. si riferisce a un modo di osservare i problemi ambientali in relazione all'economia e alla società;

2. le interconnessioni sono solitamente descritte come un triangolo, uno "sgabello a tre gambe"; o cerchi sovrapposti in un diagramma di Venn, dove i tre elementi possono essere descritti in modo diverso come l'economia, l'ambiente e la società o l'equità, l'ecologia e l'economia, come nella Figura 1;

3. nonostante il fatto che gli elementi specifici e la loro rilevanza possano cambiare, ciò che distingue la sostenibilità è l'osservazione delle connessioni sistemiche e l'idea che gli elementi costitutivi debbano sostenersi e rafforzarsi a vicenda;

4. vien posta attenzione all'equità intergenerazionale, garantendo cioè alle generazioni future le stesse condizioni di cui dispone la generazione presente;

5. Un ultimo aspetto, che accomuna le varie definizioni e che si differenzia dal modo tradizionale di osservare l'ambiente, l'economia e la società, è la necessità di andare oltre la mera compatibilità delle leggi e dei regolamenti esistenti.

Tuttavia, in generale, come ha commentato Pearce:

defining sustainable development is not a difficult issue. The difficult issue is in determining what has to be done to achieve sustainable development, assuming it is a desirable goal (Pearce et al., 1999, p. 69).

Proprio al fine di aumentare la diffusione di obiettivi sostenibili, numerosi protocolli e politiche governative internazionali, nazionali, statali e locali, nonché le "dichiarazioni di missione" di aziende e ONG, includono esplicitamente un impegno per lo sviluppo sostenibile.

Sulla base delle linee guida della "Commissione Brundtland" (1987), le Nazioni Unite hanno dapprima definito otto di Obiettivi di Sviluppo del Millennio (OSM), o Millennium Development Goals (MDG), da raggiungere entro il 2015. Questi obiettivi mirano allo sviluppo economico e all'eliminazione della povertà, e gli obiettivi includono i diritti umani, la salute, l'istruzione e le questioni ambientali, e specificatamente diretti a:

1. sradicare la povertà estrema e la fame nel mondo
2. rendere universale l'istruzione primaria
3. promuovere la parità dei sessi e l'autonomia delle donne
4. ridurre la mortalità infantile
5. migliorare la salute materna

6. combattere l'HIV/AIDS, la malaria e altre malattie
7. garantire la sostenibilità ambientale
8. sviluppare un partenariato mondiale per lo sviluppo

L'efficienza dei mercati, combinata con le risorse e le competenze manageriali delle grandi multinazionali, sono considerati fattori di successo cruciali per il raggiungimento di questi obiettivi (Seelos & Mair, 2005).

Il Segretario Generale delle Nazioni Unite, Kofi Annan (2002), aveva addirittura sfidato i leader aziendali ad aderire all'iniziativa internazionale del Global Compact, con l'obiettivo di riunire le aziende con le agenzie delle Nazioni Unite, il lavoro e la società civile per abbracciare una serie di valori e principi condivisi nei settori dei diritti umani e degli standard lavorativi e ambientali.

Insieme a questo processo di coinvolgimento delle imprese nella promozione di una crescita sostenibile, e grazie in parte alla pubblicazione di Elkington (1997), la Triple Bottom Line (TBL) è stata accettata come nuovo strumento per misurare le prestazioni aziendali in linea con tre approcci: economico, ambientale e sociale (Hubbard, 2009). L'aspetto positivo della TBL è che focalizza l'attenzione delle aziende non solo sul valore economico che ottengono attraverso le loro attività commerciali, ma anche sul valore ambientale e sociale che producono o eventualmente distruggono (Elkington, 2004).

Questa enfasi ha portato, a livello internazionale, ad un notevole sforzo per definire gli standard comuni per la redazione di *bilanci di sostenibilità* e per individuare indicatori di performance che potessero evidenziare il valore creato anche in ambito sociale e ambientale.

Sono state proposte numerose linee guida per la rendicontazione di sostenibilità. Le linee guida più complete e adottate sono le "*Sustainability Reporting Guidelines on Economic, Environmental and Social Performance*" (2000), pubblicate dal Global Reporting Initiative (GRI), un progetto congiunto promosso da istituti di ricerca, organismi internazionali, associazioni ambientaliste e sociali, coalizioni imprenditoriali e istituti di certificazione.

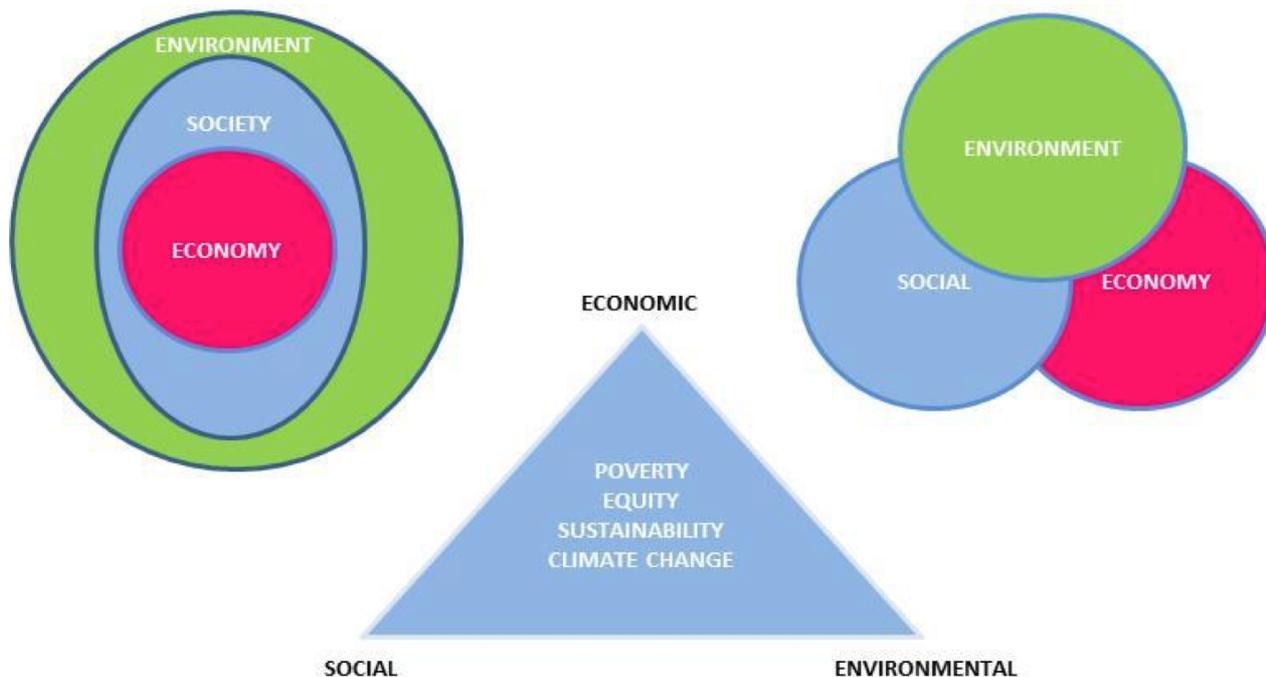
Le linee guida GRI indicano i principali temi su cui le imprese dovrebbero concentrarsi in modo particolare nei loro bilanci di sostenibilità e propongono indicatori di performance per comunicare l'impatto dell'attività di business sulla base di tre aree (Figura 1):

- (1) *economico*, che si riferisce agli aspetti generali riguardanti la sostenibilità dell'attività aziendale nel lungo periodo;
- (2) *sociale*, che si riferisce all'impatto dell'attività aziendale sugli stakeholder dell'impresa;
- (3) *ambientale*, che comprende la valutazione dell'impatto di processi, prodotti e servizi sulle risorse naturali (aria, acqua e suolo), sulla biodiversità e sulla salute umana.

Così oggi c'è un ampio consenso sul fatto che l'idea di sostenibilità figura come uno dei principali modelli per lo sviluppo della società, indicando la direzione in cui le società dovrebbero svilupparsi" (Christen & Schmidt, 2012).

A complemento di quanto è stato previsto a livello internazionale, a partire dal 2015, gli Stati membri delle Nazioni Unite - in collaborazione con il Dipartimento degli Affari Economici e Sociali dell'ONU - hanno adottato il progetto denominato Agenda 2030 (United Nations, 2024).

L'Agenda 2030 è un programma d'azione globale che ha la finalità di implementare la transizione verso lo sviluppo sostenibile. Il progetto stabilisce 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals, SDGs), che sono rappresentati in Figura 2. Essi si riferiscono a un insieme di importanti obiettivi orientati a raggiungere un futuro migliore e più sostenibile per tutti, risolvendo le questioni sociali, economiche e ambientali che ostacolano il progresso globale verso la sostenibilità (Yamaguchi *et al.*, 2023).



**Fig. 1 – I TRE pilastri della Sostenibilità: ambientale, sociale ed economica.
Il sistema EcoSocEnv**

Gli SDGs sono collegati ad un più ampio programma d'azione composto da 169 obiettivi ad essi associati, da raggiungere entro il 2030, e che mirano nel loro complesso a porre fine alla povertà, a combattere le disuguaglianze, ad affrontare il cambiamento climatico e a costruire società pacifiche che rispettino i diritti umani (Agenzia per la coesione territoriale, 2024). La prossima decade è considerata cruciale per determinare la direzione del pianeta nel raggiungimento degli obiettivi (Mishra *et al.*, 2023).

È opinione diffusa che il settore privato abbia un ruolo chiave nel contribuire al raggiungimento degli obiettivi SDGs (Caprani, 2016; Grainger-Brown and Malekpour 2019; Wang *et al.* 2020; Elalfy, Weber & Geobey, 2021; Low, Abdullah & Khatib, 2023). Allo stesso tempo, le imprese sono incoraggiate ad integrare questi obiettivi con le proprie strategie, processi e reporting al fine di implementare la transizione verso lo sviluppo sostenibile. In particolare, adottando gli SDGs le imprese hanno la possibilità di comunicare agli stakeholders il proprio intento di contribuire allo sviluppo economico (Awuah, Yazdifar & Elbardan, 2023).

Le tecniche utilizzate per la misurazione e la valutazione gli obiettivi di sviluppo sostenibile sono sempre più importanti per tutti i Paesi (Siddiqui *et al.*, 2023). In letteratura sono numerosi gli studi che analizzano come la rendicontazione sostenibile aumenti la performance e il valore

dell'impresa. Secondo Benameur *et al.* (2023), ad esempio, i manager aziendali dovrebbero considerare attentamente gli effetti positivi dell'adozione di attività sostenibili, in quanto esse possono contribuire ad incrementare la creazione di valore per gli azionisti.



Fig. 2 – I 17 Obiettivi di sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals, SDGs)
(Fonte: Agenzia per la coesione territoriale, 2024).

3 – Il metodo: il linguaggio del systems thinking

Come metodo per indagare e comprendere l'origine dei problemi di sostenibilità e le loro possibili soluzioni, impiegheremo la metodologia del Systems Thinking, o Pensiero Sistemico, uno dei più potenti strumenti di conoscenza e comprensione perché ci insegna a ideare modelli coerenti e di creazione di senso del mondo (Sterman, 2001) e, in particolare nelle società umane. Riteniamo, pertanto, necessario richiamare, in estrema sintesi, le caratteristiche di base del metodo.

Il Pensiero Sistemico è stato presentato, in una forma che potesse essere compreso da un vasto pubblico, da Peter Senge nella sua importante opera, *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the learning Organization* (1990). Il lavoro di Senge ha introdotto un potente approccio logico legato ad un linguaggio formale efficace al fine di costruire modelli interpretativi e operativi per simulare la dinamica di un'ampia gamma di fenomeni sociali ed economici (Senge, 1990; Senge *et al.*, 1994).

La logica del Systems Thinking, recentemente formalizzata (Mella, 2012), può essere così riassunta: se si vuole comprendere il "mondo" è necessario osservare le *variabili* che rappresentano la *dinamica* dei suoi fenomeni e collegarle tra loro per formare sistemi unitari,

ripetitivi (spesso ricorsivi) la cui dinamica (macro), da un lato, deriva dalla dinamica (micro) delle variabili componenti, e dall'altro essa condiziona la dinamica di queste variabili. Pertanto, per comprendere la dinamica (micro) di qualsiasi variabile è necessario comprendere la struttura e la dinamica (macro) del sistema in cui è inclusa.

Systems thinking is a discipline for seeing wholes. It is a framework for seeing interrelationships rather than things, for seeing patterns of change rather than static "snapshots". It is a set of general principles . . . It is also a set of specific tools and techniques, originating in two threads: in "feedback" concepts of cybernetics and in "servo-mechanism" engineering theory dating back to the nineteenth century (Senge 2006, p. 68).

Principio base del Systems Thinking è la necessaria consapevolezza che costruire sistemi di variabili significa comprendere che le *connessioni* più interessanti e utili tra le variabili che compongono la "realtà" osservata *non* sono quelle *lineari* – caratterizzate da catene di cause ed effetti – *ma* quelle *circolari*, i *feedback* e i *loop*, che rendono gli elementi non solo connessi ma anche interconnessi, non solo dinamici ma anche interattivi.

Il pensiero sistemico utilizza un *linguaggio* formale alquanto semplice. Le relazioni di causa ed effetto tra le variabili possono essere rappresentate semplicemente utilizzando frecce che correlano inequivocabilmente le loro variazioni.

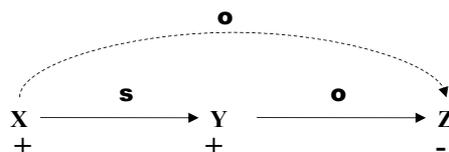
Le variabili-*causa* (input) sono scritte nella coda della freccia; le variabili-*effetto* (output) sono indicate all'estremità della freccia. È fondamentale indagare il rapporto tra le variazioni delle variabili causa (coda della freccia) ed effetto (testa della freccia). Tale rapporto prende il nome di direzione di variazione.

Due variabili hanno la *stessa direzione di variazione* ("s") se gli aumenti o le diminuzioni della prima si traducono in corrispondenti aumenti o diminuzioni della seconda (prima freccia del modello mostrato di seguito). Hanno la *direzione opposta* ("o") se gli aumenti o le diminuzioni del primo si traducono in corrispondenti diminuzioni o aumenti del secondo (seconda freccia).



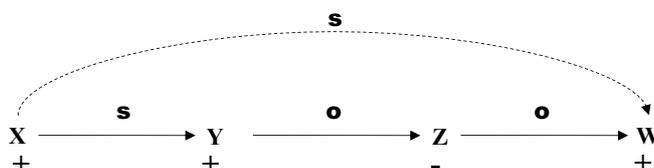
Se si osservano diverse variabili tra loro connesse nelle variazioni, si forma una *catena causale* della quale è possibile determinare la direzione di variazione tra la prima e l'ultima variabile della catena.

Per esempio, la catena causale seguente di tre variabili ha *direzione di variazione complessiva* ("o") in quanto, se X aumenta, allora Y aumenta (direzione "s"); se Y aumenta allora Z diminuisce (direzione "o"); in complesso, un incremento di X produce un decremento di Z (direzione complessiva "o"):



Per determinare la *direzione di variazione complessiva* di una catena causale, per quanto sia lunga, c'è un metodo semplicissimo: contare le *direzioni di variazione* "o" indicate per ogni coppia di variabili: se il numero di esse è dispari, allora la *direzione di variazione complessiva* della catena

è "o"; se non vi sono "o", o se sono in numero pari, allora la *direzione di variazione complessiva* della catena è "s", come si osserva nel grafico seguente:

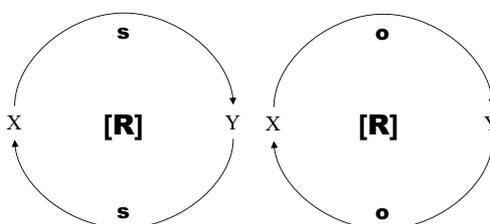


Non c'è limite al numero di variabili che possono formare la catena causale.

Quando due variabili sono interconnesse in due *direzioni opposte*, formano una *catena causale chiusa*, un *loop*, che può produrre dinamiche diverse nelle variabili componenti.

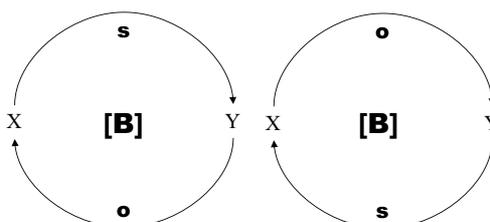
Esistono solo due tipi di loop di base:

1. *Loop di rinforzo*, [R], formato da una coppia di variabili interconnesse che presentano la stessa direzione variazione, due "s" oppure due "o", come nei modelli seguenti:



Si denominano *loop di rinforzo*, [R], proprio in quanto – *in ripetizioni successive del ciclo* – producono un reciproco aumento o riduzione – dei valori delle due variabili, che hanno identica direzione di variazione.

2. *Loop di bilanciamento*, [B], quando le variabili, che sono collegate da una opposta *direzione di variazione*: "s" e "o" oppure "o" e "s", come indicato nei modelli seguenti, vengono mantenute *relativamente stabili* alla variazione di una di esse:



Un loop è *composto* quando il collegamento circolare riguarda più di due variabili, unite *a due a due* da una freccia sulla quale è evidenziata la loro direzione di variazione "s", oppure "o". Per determinare se un loop di molte variabili è di tipo [R] oppure di tipo [B], si applica la stessa regola valida per le catene causali: se tutte le direzioni di variazione delle diverse coppie di variabili sono di tipo "s", oppure è presente un numero *pari* di coppie di variabili collegate nella direzione "o", allora il loop è di *rinforzo*: [R]. Se nel loop si rileva un numero *dispari* di coppie di variabili con direzione "o", allora il loop è di *bilanciamento*: [B] (si verifichi la regola osservando la Figura 5, che descriveremo successivamente).

Più loop di rinforzo e di bilanciamento possono essere tra loro collegati attraverso qualche *variabile comune* per formare configurazioni complesse che rappresentano un *sistema dinamico di variabili interconnesse* la cui dinamica deve essere attentamente studiata (esempio: Figura 5). Un sistema di loop collegati in cui tutte le variabili sono connesse da frecce, senza che vi siano una

variabile iniziale e una finale, è definito come *diagramma causale* o “causal loop diagram” (Sterman, 2000).

Il Pensiero Sistemico, proprio perché è uno strumento per sviluppare la nostra intelligenza, deve essere appreso *gradualmente* attraverso la pratica e il miglioramento continuo. Per questo, è una “disciplina” che richiede al pensatore sistemico di avere una profonda conoscenza e di applicarne costantemente le regole, nonché di avere la volontà di migliorarsi continuamente:

Intelligent persons are those who understand (and comprehend) quickly and effectively; who are not content to “look at the world with their eyes” (objects, facts, phenomena and processes) but who are able “to see the world with their minds” by constructing models to “understand” how the world is (description), how it functions (simulation), and how we can act as part of it (decision and planning), even without having the need, or possibility, of “looking at everything.” (Mella, 2012, p. 3).

A discipline is a developmental path for acquiring certain skills or competencies. [...] To practice a discipline is to be a lifelong learner. You “never arrive”; you spend your life mastering disciplines (Senge, 2006, p. 10).

Questo obiettivo può essere raggiunto sviluppando le competenze necessarie (Richmond, 1993) al fine di (Forrester, 1961; Sterman, 2000):

- percepire e riconoscere la circolarità dei fenomeni
- scoprire come funzionano realmente i sistemi
- intuire gli effetti delle azioni nel tempo
- sentirsi responsabili delle prestazioni del sistema
- fare previsioni sul futuro
- simulare la dinamica di variabili e sistemi
- comprendere e controllare i processi dinamici

Una classe di sistemi particolarmente utili per comprendere gli effetti del comportamento umano e delle collettività è rappresentata dagli “archetipi sistemici”, modelli generali di relazioni che frequentemente ricorrono in varie situazioni e in diversi ambienti, e che rappresentano un risultato notevole del Pensiero Sistemico, così introdotti da Peter Senge:

One of the most important, and potentially more empowering, insights to come from the young field of systems thinking is that certain patterns of structure recur again and again. These “systems archetypes” or “generic structures” embody the key to learning to see structures in our personal and organizational lives. [...] Because they are subtle, when the archetypes arise in a family, an ecosystem, a new story, or a corporation, you often don’t see them so much as feel them. Sometimes they produce a sense of déjà vu, a hunch that you’ve seen this pattern of forces before. “There it is again” you say to yourself» (Senge, 2006, p. 93).

Lo scopo degli archetipi è quello di aumentare rapidamente la capacità dell'osservatore di *percepire i problemi sistemici* e di *riconoscere le strutture* che determinano questi problemi, nonché quello di abituare i regolatori e i manager ad affinare la loro percezione per essere in grado di identificare facilmente le strutture sistemiche che portano a situazioni problematiche al fine di formulare soluzioni definitive.

Possiamo affermare che i *problemi* legati alla sostenibilità sorgono, vengono mantenuti e sono difficili da risolvere perché derivano dall'effetto di *tre archetipi fondamentali* che guidano i comportamenti individuali e che si ripetono “ancora e ancora”, invariabilmente.

4 – Tre tipi di comportamento istintivo

Comunque si definisca e si interpreti la sostenibilità, il problema di mantenere vitale il Sistema EcoSocEnv trae origine da due fattori fondamentali o cause cognitive:

1. l'istinto naturale dell'uomo, insieme ai modelli educativi e culturali prevalenti, di non dare sufficiente importanza al danno che il suo comportamento ripetuto nel breve termine può produrre nel lungo termine per la collettività e il territorio.

2. la mancanza di un adeguato sistema di informazione per gli individui sullo stato del Sistema EcoSocEnv, che impedisce loro di modificare i loro atteggiamenti culturali e di applicare il Pensiero Sistemico per valutare gli effetti disastrosi del loro comportamento nel lungo periodo.

In questo paragrafo consideriamo il primo fattore, che può essere meglio illustrato ricorrendo a tre *archetipi fondamentali* che solitamente si presentano insieme e agiscono in modo unitario.

Il PRIMO ARCHETIPO, chiamato "Archetipo della preferenza a breve termine" o anche "Archetipo della miopia temporale" (Mella, 2012, p. 234), è innato in tutti gli uomini (individui, agenti) che adottano un principio di "razionalità *miope*", asservendo solo il *breve periodo*. Questo archetipo si manifesta quando un determinato comportamento viene ripetuto nel tempo e produce, *allo stesso tempo*, "vantaggi nel breve periodo" – benefici o piaceri – "e svantaggi nel lungo periodo" – sacrifici o danni – in momenti diversi o con un diverso grado di rischio. Qui non si tratta di valutare due o più vantaggi o due o più svantaggi, in tempi diversi, ma di capire come si valuta un *vantaggio* certo, immediato, o a *breve termine*, prodotto dallo *stesso comportamento ripetitivo*, quando a tale vantaggio ripetuto, si accompagna da uno *svantaggio a lungo termine*, molto probabile e anche notevole.

I vantaggi *a breve termine* vengono immediatamente percepiti e viene attribuito loro un valore elevato, rafforzando così il desiderio di ripetere il comportamento che li ha prodotti; tuttavia, la percezione dei vantaggi a breve termine finisce con il ridurre o annullare, la percezione (peso, giudizio) degli svantaggi *a lungo termine*; questa valutazione *miope* fornisce un incentivo ancora maggiore a ripetere il comportamento che ha prodotto vantaggi a breve termine, anche se, legati a un grande svantaggio futuro. La Figura 2 mostra la semplice struttura dell'"Archetipo della miopia temporale": ogni ripetizione del comportamento che produce vantaggi *a breve termine* (freccia verticale "s") aumenta la percezione positiva di tali vantaggi, incoraggiando a ripetere tale comportamento, secondo il ciclo [R1]. I vantaggi attuali, però, riducono la percezione dei futuri *svantaggi a lungo termine* – che solitamente si producono con un *notevole ritardo* – e questo incoraggia ancora di più lo stesso comportamento *miope* al fine di ottenere i vantaggi attuali, come mostrato nel ciclo [R2], in modo che gli svantaggi a lungo termine non condizionino il comportamento ma ne rappresentino solo l'effetto (nessun ciclo).

I due cicli agiscono insieme per aumentare le *preferenze a breve termine*, che guidano il comportamento e creano inesorabilmente problemi a lungo termine quando compariranno *gli*

svantaggi causati dal comportamento ripetuto. Ovviamente, i termini *vantaggi* e *svantaggi* devono essere presi in senso lato. La possibilità di evitare uno svantaggio (un danno, un evento spiacevole) potrebbe essere percepita come un vantaggio, e un vantaggio mancato potrebbe essere percepito come uno svantaggio.

Non c'è via d'uscita: questo archetipo è sempre in azione o in agguato. Il comportamento del fumatore che preferisce il piacere a breve termine di migliaia di sigarette al pericolo di danni futuri, percepiti come remoti, è esattamente lo stesso di chi preferisce un comodo smaltimento dei rifiuti, accumulandoli in discarica o bruciandoli negli inceneritori, dimostrando così un disinteresse per il danno "domani". Alcuni atleti preferiscono il doping per vincere oggi, gara dopo gara, non valutando i danni negli anni a venire. Il mancato rispetto del protocollo di Kyoto è da attribuire principalmente a quei paesi che non vogliono limitare le proprie emissioni per non minare la loro crescita "oggi", non preoccupandosi dei danni che il riscaldamento globale provocherà nei prossimi decenni.



Fig. 2 – Archetipo delle preferenze *immediate* o della *miopia temporale*

(Fonte: Mella, 2012, p. 235 235)

Contrastare questo archetipo è fondamentale. Quando percepiamo l'azione di questo archetipo non è sufficiente cercare di contrastare il loop [R1] (leggi antifumo, standard sulle emissioni); è, invece, necessario indebolire il loop [R2] attraverso una convincente campagna di informazione e formazione, giorno dopo giorno (campagna di sensibilizzazione, formazione aziendale, programmi scolastici) per rendere il decisore consapevole degli svantaggi che il comportamento può causare nel lungo periodo.

Un SECONDO ARCHETIPO, altrettanto frequente, del tutto simile nella struttura a quello che abbiamo appena visto, è quello noto come "Archetipo della Preferenza Locale" (Mella, 2012:

236), o “miopia locale” (sintetizzato in Figura 3): ogni individuo-agente tende a preferire il comportamento che porta *vantaggi locali* non curandosi dei possibili *svantaggi globali* su un territorio più ampio, rivelando, così, un comportamento miope. Anche se siamo consapevoli che discariche pubbliche e inceneritori sono necessari per il bene comune (o per evitare un danno comune), siamo fermamente decisi a non permettere che questi siano inseriti nelle nostre città, o nel nostro quartiere, dal momento che gli interessi locali prevalgono sui vantaggi globali che fornirebbero a un territorio più vasto.

L'effetto NIMBY è sempre presente. “Non nel mio cortile, non a casa mia” è la risposta individuale più comune alla richiesta della comunità di iniziare la costruzione di opere pubbliche a vantaggio della collettività.

Un TERZO ARCHETIPO, anch'esso simile nella struttura ai precedenti, è l'“Archetipo della Preferenza Individuale”, chiamato così perché gli agenti “socialmente miopi” preferiscono agire per ottenere *vantaggi individuali* non tenendo conto degli svantaggi arrecati per gruppi più grandi (Figura 3).

Siamo tutti propensi a dare priorità ai vantaggi per la nostra famiglia, club, associazione, dipartimento, reparto o nazione anche se le nostre azioni, nel lungo periodo, potrebbero arrecare gravi svantaggi a noi stesse e/o gli altri. Ci si sacrifica per la propria famiglia più volentieri che per la collettività.

I due archetipi precedenti possono essere considerati come casi particolari dell'“Archetipo della preferenza a breve termine”. Per questo motivo, possiamo riferirci congiuntamente ai tre archetipi come “Archetipo della miopia Temporale, Locale e Individuale” e rappresentarlo come evidenziato in Figura. 3.

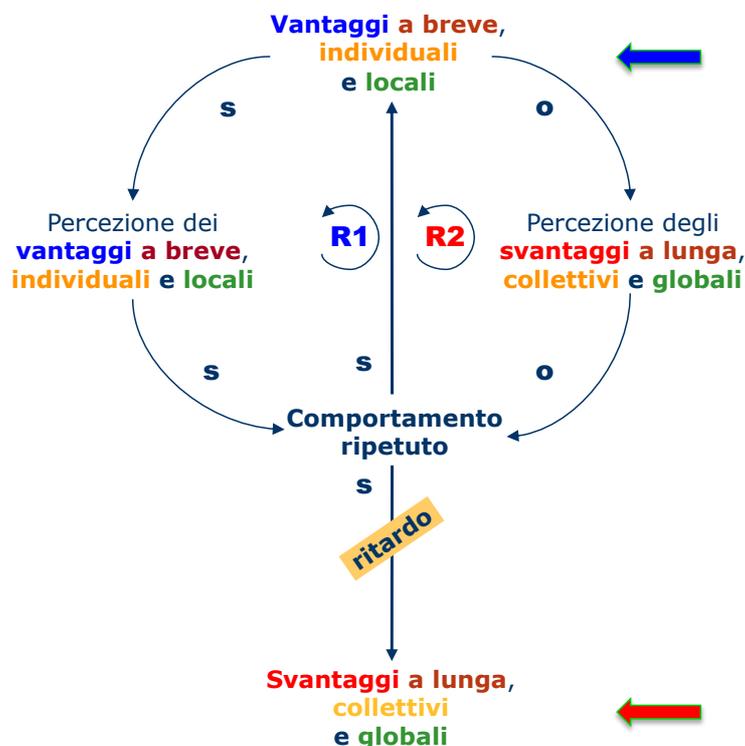


Fig. 3 – Archetipo composito delle “preferenze immediate, individuali e locali” o delle “tre miopie” (Fonte: Mella, 2012, p. 235-236)

5 – Come i tre archetipi impattano sulla sostenibilità

L'azione congiunta dei tre archetipi mostra chiaramente che nel comportamento sociale dell'uomo prevalgono individualismo e localismo, che possono diventare anche una forma di "egoismo" che può andare contro il bene comune. Nei confronti dell'ambiente, il comportamento prevalente prevede l'uso "miope" e localistico delle risorse ambientali di ogni tipo, dai materiali al territorio.

When you begin to expand boundaries, you will start to see underlying limits and new forces at play, such as the increasing costs and risks of oil-based feedstocks (DuPont) or the need to reduce waste (Alcoa) or to conserve water (Coke and Alcoa). Many of the limits were there all along but have been obscured by previously assumed mental models, such as "We're in the oil and gas production and marketing business, not the energy business, and certainly not in the renewable energy business." Additionally, the day when we'd need to take these limits into account seemed far enough in the future that they were easy to ignore and most companies did just that. But that day is here or rapidly approaching for many, often more quickly than people's mental models are changing (Senge, 2009, p. 189).

In ambito economico tutti e tre gli archetipi influenzano il comportamento umano. Dalla Figura 4 si osserva come i tre archetipi condizionino le dinamiche ambientali, economiche e sociali che formano il sistema globale definito "Sistema EcoSocEnv".

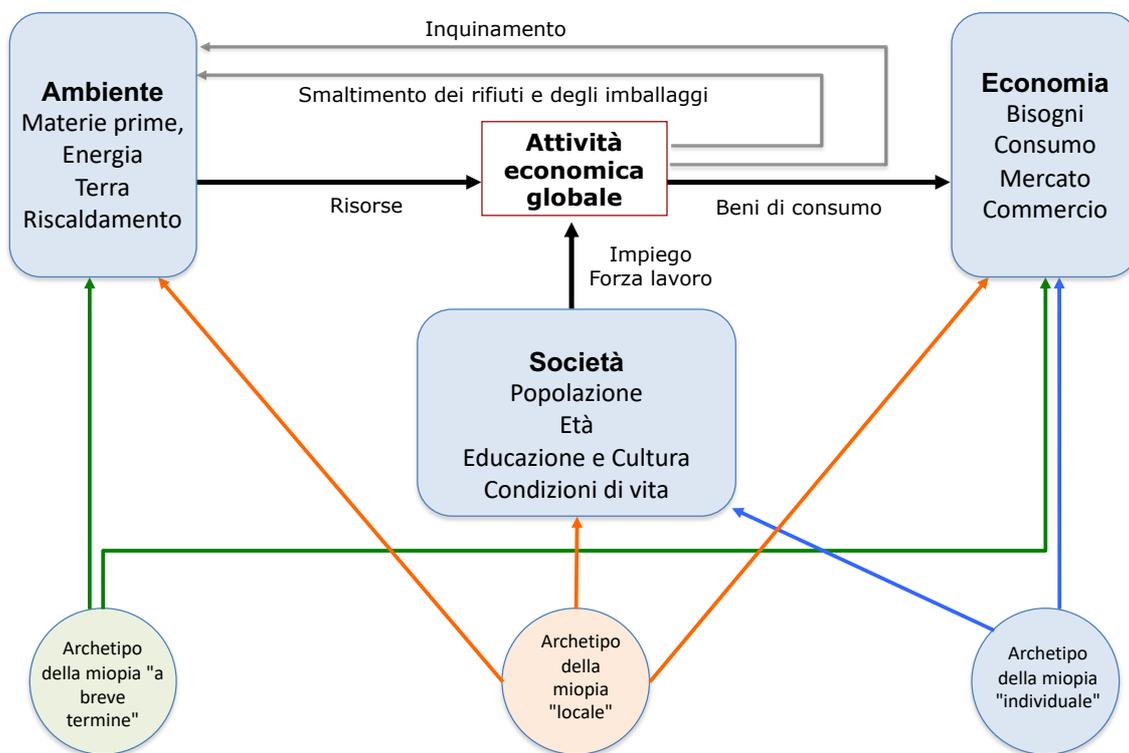


Fig. 4 – L'influenza prevalente che i tre archetipi esercitano sul Sistema EcoSocEnv
(Fonte: elaborazione degli autori)

La preferenza per una prospettiva a breve termine per la produzione, il consumo e la soddisfazione dei bisogni, e l'esistenza di atteggiamenti individualistici e localistici spesso

inibiscono l'integrazione economica delle diverse aree, l'attenzione ai bisogni sociali a lungo termine e le forme di commercio equo e solidale.

Ci sono due evidenti conseguenze dell'azione di questi archetipi:

a) Il problema della sostenibilità non è percepito a livello individuale nel breve periodo e in ambienti circoscritti; il problema deve, pertanto, essere affrontato da "regolatori pubblici (collettivi)" orientati a proteggere gli interessi collettivi di lungo periodo.

b) È necessario che gli agenti economici, consumatori e produttori, siano "educati" alla sostenibilità al fine di produrre un cambiamento culturale generalizzato.

In particolare, possiamo osservare come l'archetipo della *miopia individuale* abbia un ruolo fondamentale nel Sistema EcoSocEnv perché condiziona in modo rilevante la dinamica della Società, influenzando sulla dimensione della popolazione, sull'allungamento della vita e sulle condizioni di vita della popolazione, come indicato in **Figura 5**.

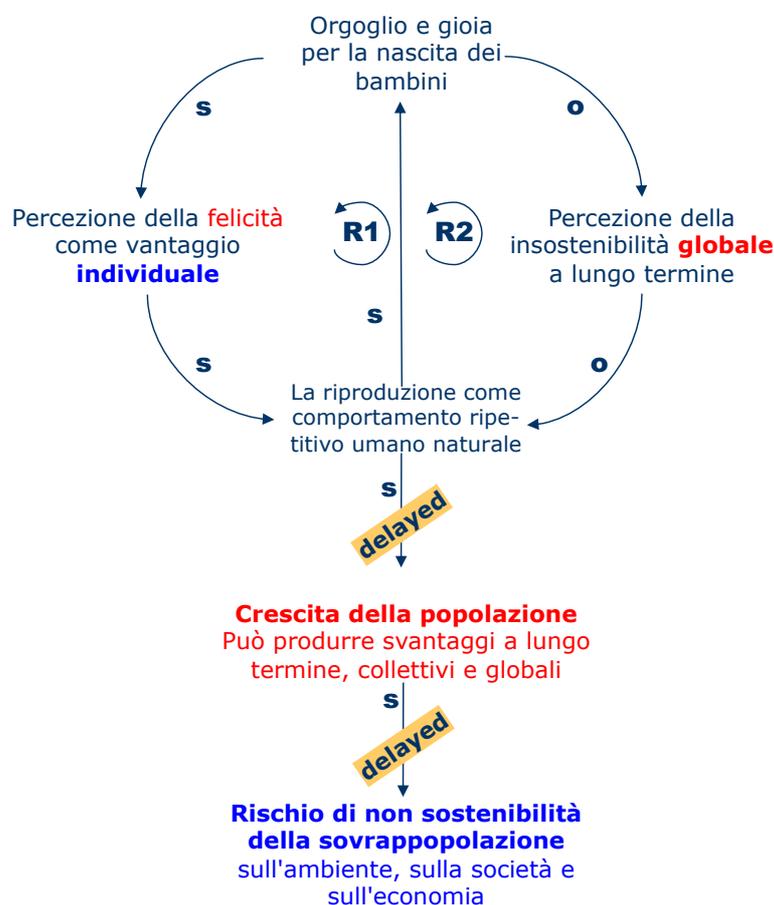


Fig. 5 – Come l'archetipo della miopia individuale può produrre un aumento insostenibile della "popolazione" (Fonte: elaborazione degli autori).

L'archetipo della Miopia Individuale descrive, infatti, il comportamento della persona media che, istintivamente, sente il bisogno di avere discendenti e di dare amore, ottenendo così gli immediati vantaggi *individuali* di gioia e orgoglio fin dalla nascita di un figlio, vantaggi che riducono la percezione del *globale* svantaggi e danni all'ambiente, alla società e all'economia derivanti da una sovrappopolazione non sostenibile.

È importante notare che le dinamiche di "popolazione" non sono solo innescate dall'istinto innato di riprodursi, ma sono normalmente accentuate dalla *cultura della società*. Il comportamento ripetitivo a breve termine innesca un aumento della popolazione. In caso di risorse abbondanti, questo aumento arreca un vantaggio per la società perché crescono i consumi, la produzione e tutti gli altri servizi sociali. Nel lungo termine, tuttavia, arrivati ai vincoli di risorse, c'è il rischio di sovrappopolazione e di non sostenibilità per l'ambiente, la società e l'economia, come mostrato in Fig 5. Le conseguenze nefaste della sovrappopolazione, che si accentuano nel lungo periodo, sono facili da immaginare. Tuttavia, è utile notare anche i seguenti effetti dannosi indesiderati: l'aumento del numero di megalopoli, che oggi sono già 40, la vulnerabilità alle epidemie, la riduzione della disponibilità di risorse idriche, lo sfruttamento non sostenibile delle fonti alimentari e la necessità di un continuo aumento dell'attività globale.

Si noti che l'archetipo in Figura 5 può anche produrre l'effetto opposto sulla dinamica della popolazione complessiva. Quando un numero crescente di individui vede un figlio come un peso, un ostacolo alla propria carriera e alla libertà individuale, il comportamento ripetuto diventa meno frequente e intenso con la conseguenza di una *riduzione* della popolazione, che può essa stessa diventare *insostenibile* quando non consente di mantenere inalterati i livelli di crescita economica, occupazionale e assistenziale e altera gli equilibri fiscali e pensionistici, rendendo così più difficile per le nuove generazioni mantenere la loro qualità di vita al livello raggiunto dalle generazioni precedenti.

Ciò dimostra che in alcuni casi la *razionalità miope* del comportamento individuale è accompagnata da un effetto collettivo che porta ad un miglioramento e al progresso; in altri a un risultato negativo, persino catastrofico.

I problemi più gravi della *non sostenibilità globale* sono associati agli effetti congiunti degli "archetipi delle tre miopie" poiché la continua crescita dell'attività economica globale – necessaria per l'occupazione e la produzione di beni per soddisfare i bisogni di una popolazione in crescita – porta a:

(a) l'esaurimento delle risorse, soprattutto quelle non rinnovabili, soprattutto quelle definite "beni comuni" in quanto limitate, di uso comune e liberamente sfruttabili (Sez. 7.10.4);

b) il continuo aumento del consumo di energia;

c) l'aumento dei rifiuti, in particolare dei rifiuti solidi e liquidi;

d) la riduzione o l'esaurimento dei siti di smaltimento dei rifiuti solidi e il rischio di smaltimento incontrollato dei rifiuti nell'ambiente (plastica negli oceani e rifiuti radioattivi interrati indiscriminatamente);

f) l'aumento dell'inquinamento e gli effetti drammatici del riscaldamento globale e dell'innalzamento del livello del mare.

6 – Strategia per contrastare gli archetipi

I tre archetipi che dominano gran parte del comportamento individuale e sociale sono molto potenti, poiché l'individuo che li realizza li "vede", dalla sua prospettiva "miope" come assolutamente razionali. Infatti, ogni agente si comporta naturalmente in base alla propria razionalità individuale, locale e a breve termine, non accettando "volontariamente" di essere guidato da una razionalità globale. Il vantaggio individuale a breve termine prevale su quello

collettivo a lungo termine nel condizionare il comportamento. Pertanto, per affrontare il problema della sostenibilità nei comportamenti individuali, non solo in ambito economico ma anche sociale e ambientale, è necessario agire per contrastare l'effetto di rinforzo dei loop [R1] e [R2] che formano gli archetipi delle "miopie".

Ci sono tre importanti *azioni strategiche* di indebolimento per tali cicli che congiuntamente, opportunamente modulate, formano la "strategia di contrasto"; per comprenderle meglio possiamo fare riferimento alla Figura 6, dove i tre archetipi delle "miopie" sono stati raggruppati in un unico modello.

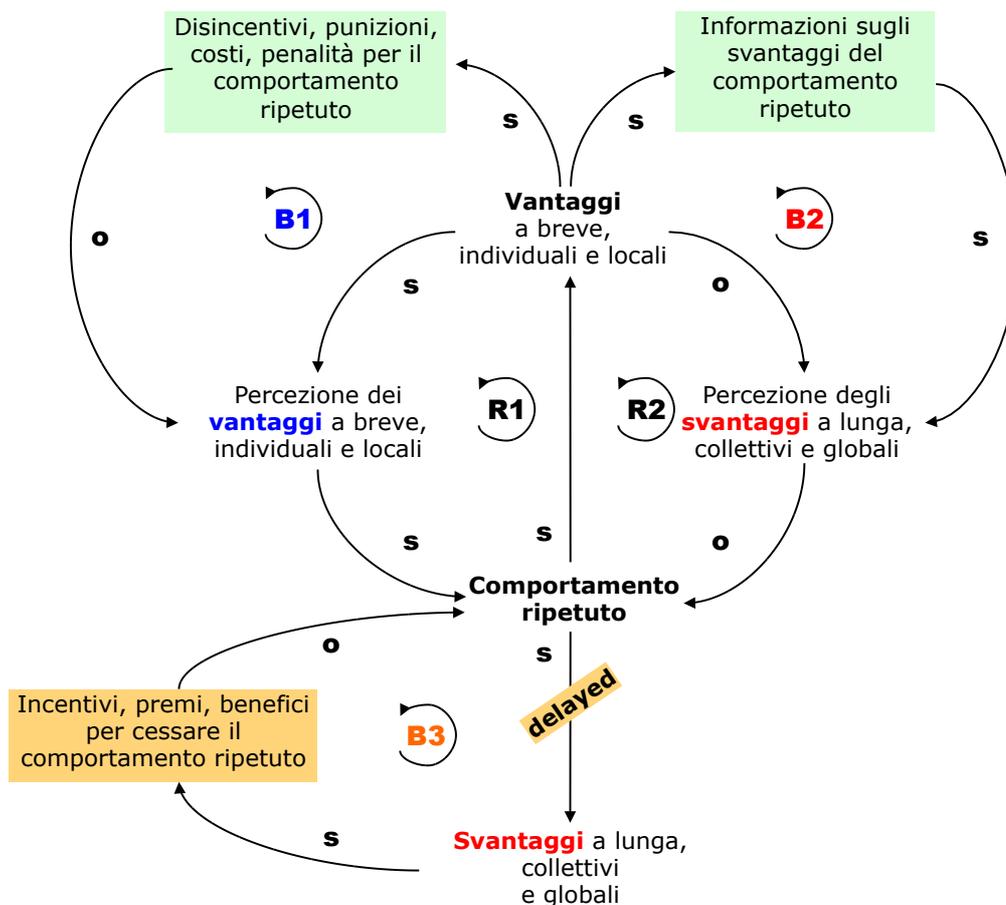


Fig. 6 – Le tre leve per contrastare gli archetipi della miopia. Riferimento: Figura 3
(Fonte: Mella, 2018)

L'applicazione delle tre *azioni strategiche* può essere rappresentata nel modello di Figura 6.

(1) La prima azione consiste nel cercare di indebolire o eliminare il ciclo [R1]. Poiché i vantaggi immediati, individuali e locali rivelerebbero immediatamente all'agente il beneficio di ripetere l'azione più volte, un adeguato *sistema di disincentivi*, anche sotto forma di sanzioni o di imposizione di costi e imposte, in qualche modo proporzionale all'ammontare dei vantaggi a breve termine, diminuirebbe la percezione della convenienza derivante dal ripetersi del comportamento attuale, avviando così il loop di bilanciamento [B1], che potrebbe compensare gli effetti del loop di rinforzo [R1].

(2) Un secondo modo per contrastare l'archetipo è quello di indebolire il ciclo [R2], che produce una sottostima da parte dell'agente degli *svantaggi* di lungo periodo derivanti dal suo comportamento ripetuto. Un flusso *incisivo, diffuso e continuo di informazioni* sugli effetti globali negativi di lungo periodo dovuti a comportamenti a breve termine, individuali e locali porterebbe a una consapevolezza cosciente da parte dell'agente del possibile danno globale derivante dal suo comportamento. La capacità persuasiva di queste informazioni deve essere proporzionale all'entità dei vantaggi locali a breve termine. Più tali vantaggi sono rilevanti, più l'informazione deve essere insistente, ripetuta, uniforme, credibile, convincente e diffusa su vasti territori.

(3) La terza forma di intervento per ridurre gli effetti negativi derivanti dall'azione dell'archetipo in Figura 3 è quella di agire direttamente sul comportamento ripetitivo dell'agente attraverso incentivi, anche sotto forma di benefici sociali ed economici, premi, agevolazioni fiscali, ecc., per indurre l'agente a modificare il suo comportamento attuale riducendone l'intensità e la frequenza e adottando processi e tecnologie che riducano gli svantaggi globali a lungo termine.

Per comprendere meglio come agire per rendere inefficace l'azione degli archetipi e per prendere coscienza delle varie forme di intervento disponibili, è utile presentare alcuni esempi emblematici, pur riconoscendo che questi rappresentano solo una piccola parte di un ampio ventaglio di possibilità.

7 – Primo esempio di non sostenibilità economica e sociale. Le tragedie dei beni comuni o “commons”

La Figura 4 rivela che i principali problemi di sostenibilità nel Sistema EcoSocEnv, sono causati dalla crescita dell'attività economica. Gli agenti economici, osservati come consumatori, si comportano in modo “miope” con una prospettiva di breve periodo a causa del loro desiderio di consumare beni in quantità sempre maggiori e di qualità sempre superiore, come conseguenza della crescita della popolazione. Senza adeguate informazioni, gli agenti-consumatori normalmente non conoscono o sono indifferenti agli effetti dannosi a lungo termine del loro *consumo*, effetti che principalmente derivano dalla *produzione* dei beni e dei servizi consumati dalla popolazione in aumento (Paragrafo 4). I consumi richiedono, infatti, un'intensa e continuativa attività produttiva che, grazie agli investimenti motivati dal profitto, che forniscono occupazione, guadagni e imposte per finanziare i servizi pubblici, rendono immediatamente evidenti i benefici individuali a breve termine e quasi sempre locali, non considerando i problemi di sostenibilità. Considereremo tre casi emblematici:

A – l'esaurimento delle risorse non rinnovabili;

B – l'esaurimento delle discariche per rifiuti e scarti di prodotti non più utilizzabili;

C – l'aumento dell'inquinamento che ha come danno evidente il riscaldamento globale.

I casi B e C saranno discussi nei paragrafi seguenti. Inizieremo con l'osservazione che l'attività economica – che nel breve termine e a causa di interessi individuali, nazionali o regionali (locali), ha un crescente bisogno di risorse molte delle quali sono *non rinnovabili* –

ma vengono *liberamente* sfruttati *in competizione* per le singole attività, il cui risultato (produzione di beni, profitto, salari, ecc.) dipende proprio dall'uso della risorsa.

I cicli dei loop [R1] e [R2] nel modello in Figura 7 mostrano come l'attività economica degli appropriators produca vantaggi immediatamente percepibili sia per i consumatori (beni, lavoro, retribuzioni) che per i produttori-investitori e lo stato (utili, imposte, investimenti, produzione); finché questi vantaggi persisteranno, l'attività economica continuerà a ripetersi e ad aumentare anche con l'incremento degli appropriators.

È ovvio che quanto più la risorsa scarsa viene sfruttata *singularmente* (da pochi), tanto meno è disponibile *collettivamente* (da tutti) cosicché anche le attività che impiegano la risorsa sono meno efficienti, rendendo così il suo utilizzo sempre "meno economico". Per raggiungere i loro obiettivi finali in una situazione di minore efficienza, gli appropriators devono intensificare la loro attività, continuando a sfruttare la risorsa, per quanto scarsa, fino al suo completo esaurimento. Il risultato è una "tragedia", dal momento che chi sfrutta la risorsa è costretto a interrompere o ridurre la propria attività a causa dell'esaurimento.

Gli sforzi degli appropriators per perseguire i loro obiettivi, che sono individuali e locali e si riferiscono a un orizzonte temporale di breve periodo, dà luogo a uno sfruttamento più intenso delle risorse comuni, ricercando nuovi metodi di ricerca della risorsa, come mostrato nel loop [R3], la cui azione porta inevitabilmente all'*esaurimento* della risorsa comune, con effetti permanenti negativi per gli individui e la collettività. Se osserviamo il mondo che ci circonda vediamo questo archetipo all'opera in molte situazioni: troppi pescatori che pescano in acque con popolazioni di pesci limitate; la ricerca di petrolio, minerali e pietre preziose nella stessa zona; e, in generale, lo sfruttamento di risorse naturali limitate da parte di pochi appropriators (acqua, foreste).

In conclusione, quando *pochi singoli* agenti – consumatori e produttori – che sviluppano l'attività economica globale hanno bisogno di sfruttare risorse *non rinnovabili*, senza considerare la *sostenibilità* delle loro attività, sia per quanto riguarda i consumatori (mangiare carne di balena può portare all'estinzione dei cetacei) che per quanto riguarda i produttori (le baleniere sono ora guidate da sistemi satellitari e possono sparare arpioni anche da una distanza di molti chilometri per dare la caccia alle poche balene rimaste), si arriva alla conclusione che tali risorse sono destinate a esaurirsi.

In *The Tragedy of the Commons* (1977) Hardin sottolinea anche il fatto che quando gli appropriators sono popolazioni che condividono una risorsa vitale comune, inevitabilmente si avviano quasi sempre verso la tragedia:

[...] perché la libertà nei beni comuni porta rovina a tutti.

Non dobbiamo stupirci se le foreste tropicali si stanno riducendo perché i loro abitanti stanno cercando di trasformarle in terreni coltivabili; se i livelli delle falde acquifere nel deserto si stanno abbassando perché in molte zone si stanno costruendo sistemi di irrigazione che prelevano l'acqua da esse; se i fiumi si stanno prosciugando perché accanto ad essi aree sempre più vaste si trasformano in risaie. L'azione dei tre archetipi riassunti in Figura 7 è inesorabile.

Pertanto, educare produttori e consumatori sulla questione della sostenibilità globale a lungo termine è diventato sempre più urgente, poiché lo sfruttamento di risorse comuni limitate può causare *conflitti* tra popolazioni che vogliono appropriarsi delle risorse scarse, conflitti che rappresentano una "seconda tragedia". Ci sembra quindi più appropriato dare al modello della

Figura 7 il titolo: "Le tragedie dei Commons". La prova più evidente di ciò sono le numerose guerre per l'acqua, il gas, il petrolio, le terre rare, i minerali nobili, ecc. che sono tra i beni vitali più limitati e scarsi sulla terra.

Come si possono contrastare le tragedie dei commons? La risposta è una sola: quando le risorse preziose diventano molto scarse *scatta* un "Allarme Sociale", e i "Regolatori Pubblici" prendono coscienza della non sostenibilità dello sfruttamento dei commons; essi devono, pertanto, controllare *esternamente* i comportamenti dei consumatori e degli imprenditori che producono gli effetti dannosi che devono essere evitati, specificando diverse azioni utili a gestire la scarsità al fine di ridurre i conflitti; alcune di queste azioni sono rappresentate nel modello nella Figura 8.

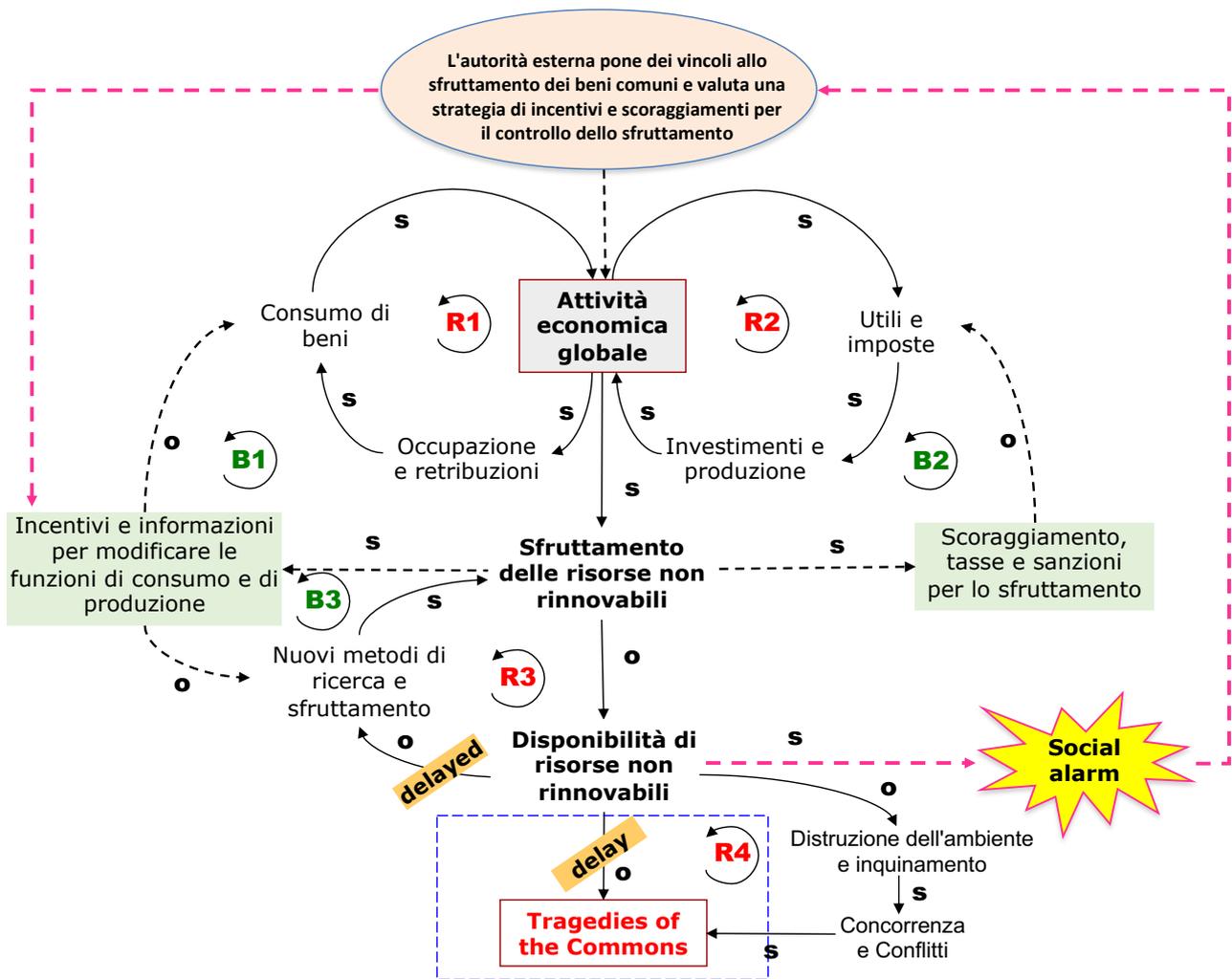


Fig. 8 – Azioni per contrastare l'insostenibilità dell'appropriazione dei Beni Comuni e per evitare le Tragedie dei commons

(A) Indebolire il ciclo [R2] attivando il ciclo [B2], scoraggiando così gli appropriators creando *svantaggi* (costi, tasse, limitazioni di sfruttamento, ecc.) per coloro che sfruttano le risorse comuni non rinnovabili. Questa azione costringerebbe gli appropriators a "trasferire" i maggiori costi sui prezzi dei loro prodotti, il che scoraggerebbe i consumatori dall'acquistare

quei prodotti che utilizzano una grande quantità di risorse scarse. I produttori dovrebbero modificare la loro “funzione di produzione” e sostituire le risorse *scarse* con risorse *libere*.

(B) Indebolire il ciclo [R1] attivando il ciclo [B1], incoraggiando così i consumatori a cambiare i loro “modelli di consumo”, indirizzando le loro preferenze verso prodotti che non fanno uso di risorse scarse. Questa azione sui consumatori riguarderebbe anche i produttori, che troverebbero ancora più necessario e urgente ristrutturare le loro “funzioni di produzione” sostituendo le risorse scarse con quelle non scarse.

Accanto a queste due azioni generali, sono state proposte altre misure specifiche che hanno un impatto diretto sull’attività di sfruttamento da parte degli appropriatori:

a) delimitare i confini della risorsa comune, restringendo ed eventualmente limitando gli appropriatori;

b) specificare le tecnologie che possono essere utilizzate per sfruttare la risorsa, ponendo restrizioni e limiti quantitativi e temporali alla sua allocazione;

c) scoraggiare i conflitti tra gli utenti delle risorse e cercare di risolvere i conflitti scoppiati in modo pacifico;

d) favorire la partecipazione collettiva alle scelte in merito ai punti di cui sopra al fine di favorire accordi sullo sfruttamento collettivo, l'autodisciplina e il controllo sociale condiviso;

e) istituire un'autorità esterna per monitorare in modo accurato e continuo gli individui per garantire che rispettino le regole per l'allocazione delle risorse e sanzionare le violazioni delle regole per lo sfruttamento delle risorse.

8 – Secondo esempio di non sostenibilità economica e sociale. Il problema dello smaltimento dei rifiuti

Un secondo esempio che dimostra la necessità di valutare la sostenibilità della crescita economica globale riguarda il problema dello smaltimento dei rifiuti sia *solidi* – materiali di imballaggio e prodotti non più utilizzabili (automobili, elettrodomestici, prodotti elettronici, materiali chimici, ecc.) – sia *liquidi* (acque radioattive, liquami degli allevamenti, ecc.).

I centri abitati non potrebbero esistere senza il Controllo dei rifiuti liquidi e solidi, di cui anche i Romani erano consapevoli: prima di qualsiasi espansione urbana, ampliavano il sistema fognario e accumulavano gli scarti in depositi “fuori le mura”. Oggi il sistema di produzione e distribuzione dei beni di prima necessità nella vita è anche un potente produttore di rifiuti solidi di ogni genere che devono essere eliminati quotidianamente.

Il problema generale può essere rappresentato nel modello della Figura 9, analogo a quello della Figura 7.

L'attività economica globale produce inevitabilmente rifiuti e sottoprodotti che, insieme ai rifiuti biologici umani, rappresentano una seria minaccia per la sostenibilità delle generazioni future, poiché i rifiuti non sempre possono essere smaltiti e, anche quando possono, implica (soprattutto per i rifiuti solidi) l'utilizzo di aree sempre più ampie per discariche e siti di trattamento dei rifiuti.

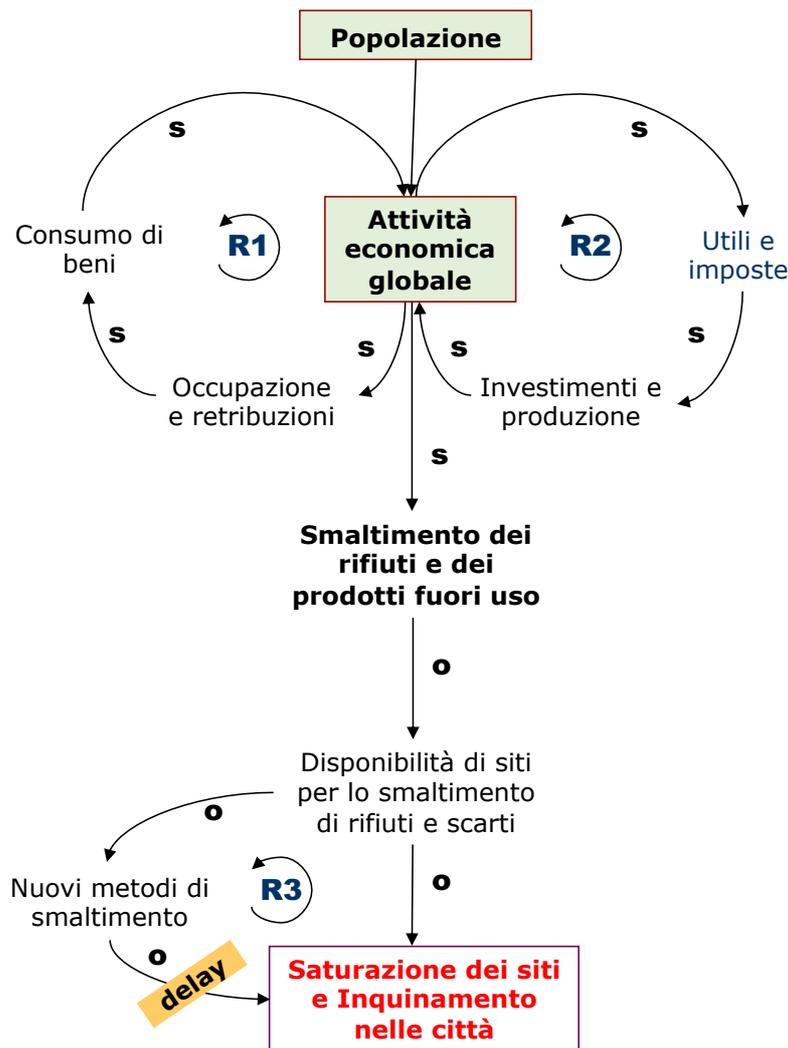


Fig 9 – La non-sostenibilità dello smaltimento e possibile saturazione dei siti e inquinamento

Il problema della sostenibilità deriva dalla relativa scarsità di tali siti, che a sua volta attiva l'azione dell'Archetipo delle preferenze locali e individuali: le comunità con potenziali siti di trattamento dei rifiuti rifiutano di accettare i rifiuti prodotti dagli abitanti di altre aree. Le aree che ospitano le discariche sono a tutti gli effetti "common-pool resources", e il loro graduale esaurimento locale può dare origine alle Tragedie dei Commons, esattamente come descritto nel paragrafo precedente. Sono sempre più frequenti i disastri ambientali nelle città e nelle aree geografiche in cui si esauriscono i siti di trattamento dei rifiuti, così come le "guerre" tra abitanti di aree diverse che rifiutano di accogliere i rifiuti altrui.

Le *Autorità di regolamentazione globali* considerano la scarsità di siti di trattamento dei rifiuti come un problema che dà luogo a un allarme sociale.

Al fine di evitare il problema della sostenibilità derivante dai rifiuti prodotti dall'attività economica globale, i regolatori globali possono effettuare quattro tipi di intervento:

(1) Concentrarsi sul problema locale del trattamento dei rifiuti e cercare di convincere gli abitanti di altre aree geografiche ad accettare i rifiuti prodotti altrove.

(2) Intervenire nel processo di produzione dei rifiuti attraverso azioni di disincentivazione della produzione, tasse e sanzioni per l'inquinamento, incentivi economici per i consumatori e le imprese per indurli a modificare le funzioni di consumo e di produzione.

(3) Incentivare il riutilizzo dei rifiuti o obbligare i privati e le imprese a differenziare la raccolta differenziata e a riciclare i rifiuti.

(4) Modificare il processo di eliminazione dei rifiuti incentivando o obbligando privati e aziende a utilizzare i rifiuti per la produzione di energia e per il riscaldamento attraverso l'incenerimento in inceneritori sempre più sofisticati e ad alta efficienza energetica.

La Figura 10 illustra il funzionamento delle misure c) e d), poiché le altre funzionano esattamente come quelle dell'esempio del paragrafo precedente.

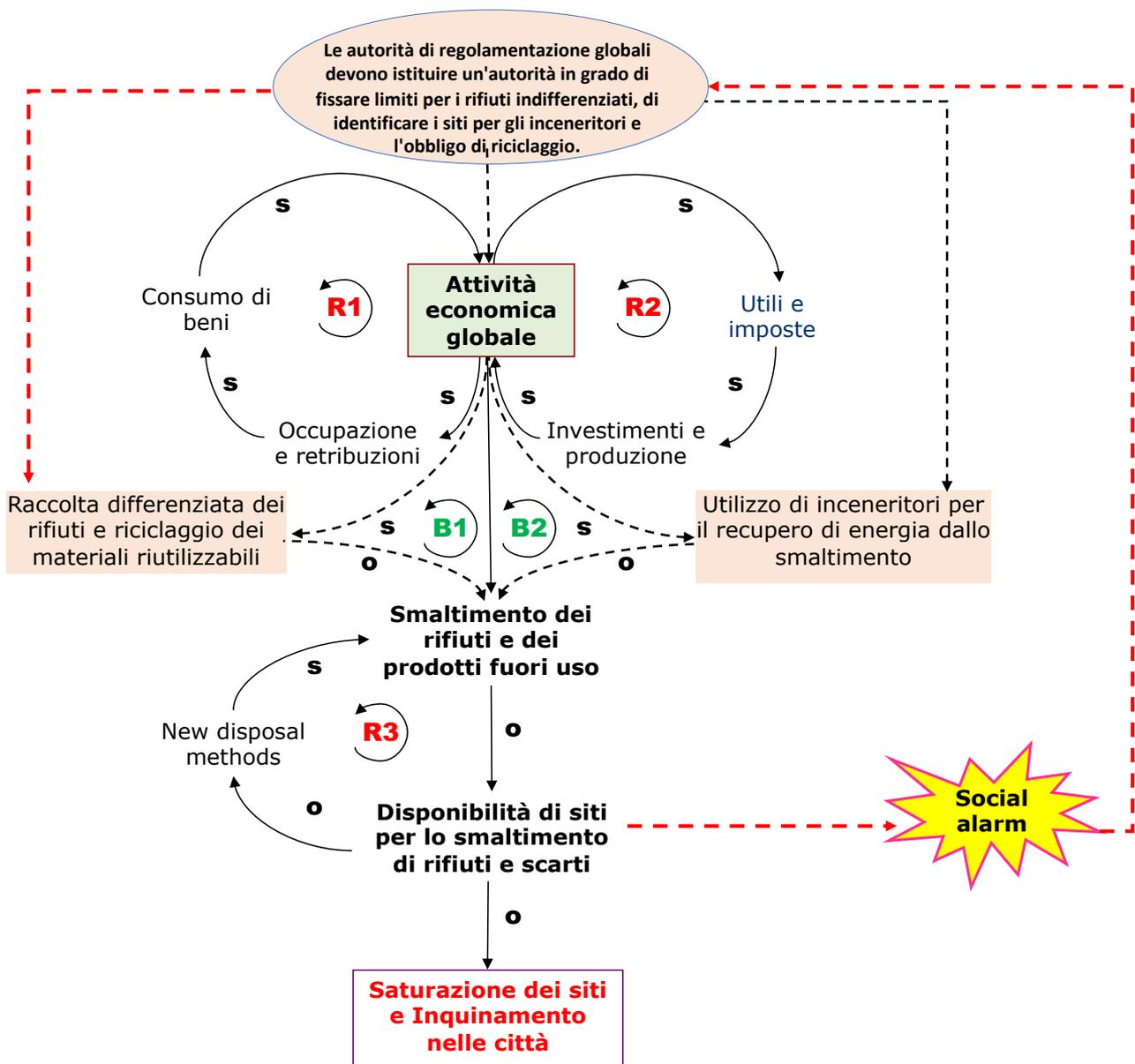


Fig. 10 – Azione di contrasto all'esaurimento dei siti per il trattamento dei rifiuti solidi (Fonte: elaborazione degli Autori)

Il problema del trattamento dei rifiuti solidi fa parte della più ampia classe di problemi di inquinamento; insieme a quello dell'eliminazione dei rifiuti liquidi e solidi c'è il problema dell'eliminazione dei rifiuti gassosi di ogni tipo di emissione nociva. Particolarmente sentita è la necessità di controllare il particolato, o PM10, che è altamente pericoloso per la nostra salute poiché composto da una miscela dannosa di particelle solide e liquide sospese nell'aria, con diametro è uguale o inferiore a 10 micrometri, miscela che contiene polvere, fumo, fuliggine e aerosol (un mix di micro-gocce di varie sostanze liquide) (Mella, 2021, Paragrafo 6.3).

Purtroppo, ancora una volta può entrare in gioco l'Archetipo della miopia locale e individuale", poiché gli abitanti delle aree in cui dovrebbero essere ubicati i siti devono essere convinti a superare la loro tendenza al localismo per il benessere collettivo e ad accettare la raccolta differenziata dei rifiuti e la costruzione di inceneritori. Ciononostante, come si legge nella cronaca degli ultimi anni, "Non ora e non nella mia città" è ancora la risposta più comune. Non sorprende, inoltre, che i decreti e i consigli delle autorità regionali o cittadine di limitare il traffico in una determinata area geografica non siano mai accettati da tutte le città della regione e che, per determinati motivi, alcune autorità locali permettano un continuo aumento delle "soglie di inquinamento" precedentemente stabilite, proprio come descritto da un altro archetipo, particolarmente dannoso, denominato che Peter Senge denomina "Eroding goals" o anche "Degrading of the objectives", secondo il quale un dirigente/decisore, percependo le difficoltà di raggiungere l'obiettivo fissati da qualche autorità, risponde spesso "aggiustando verso il basso" l'obiettivo – ovvero riducendo le aspettative di performance del sistema – piuttosto che intervenire sulle condizioni operative che danno origine al problema stesso (Senge, 1990, Appendix 2; Mella, 2023b).

9 – Terzo esempio. Attività economica globale e global warming

Il fenomeno del riscaldamento globale, "global warming", è prodotto da numerose cause, molte delle quali dovute alle attività dell'uomo, che hanno aumentato i "gas serra" nell'atmosfera (anidride carbonica, metano, protossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) (Maslin, 2004).

Three major pollution issues are often put together in people's minds: global warming, ozone depletion (the ozone hole) and acid rain. Although there are links between the science of these three issues (the chemicals which deplete ozone and the particles which are involved in the formation of acid rain also contribute to global warming), they are essentially three distinct problems. Their most important common feature is their large scale (Houghton, 1994, Preface).

Tra i molti modelli disponibili per comprendere come si produce il riscaldamento globale, particolarmente utile è quello di Peter Senge (1990), che è presentato nella Figura 11, anche se elaborato in una forma diversa.

Il modello di Senge è così chiaro che non c'è bisogno di commenti. La crescita del riscaldamento globale causata dai loop [R1] e [R2] – come conseguenza dello sviluppo economico e delle altre fonti di emissioni di CO2 – sembra inesorabile e insostenibile perché questa situazione produce, e continuerà a produrre, in meno tempo del previsto, sempre più danni a causa di aumenti inarrestabili del livello del mare, perturbazioni atmosferiche, disgregazione dei ghiacciai, siccità, ecc.. Per alcuni (Maslin, 2004) questi effetti dannosi – se si

escludono gli effetti demografici – anziché rallentare, potrebbero accelerare lo sviluppo economico: case da ricostruire, nuove infrastrutture, intere città da spostare, nuovi prodotti, ecc., aumentando ancora di più la crescita dei gas serra.

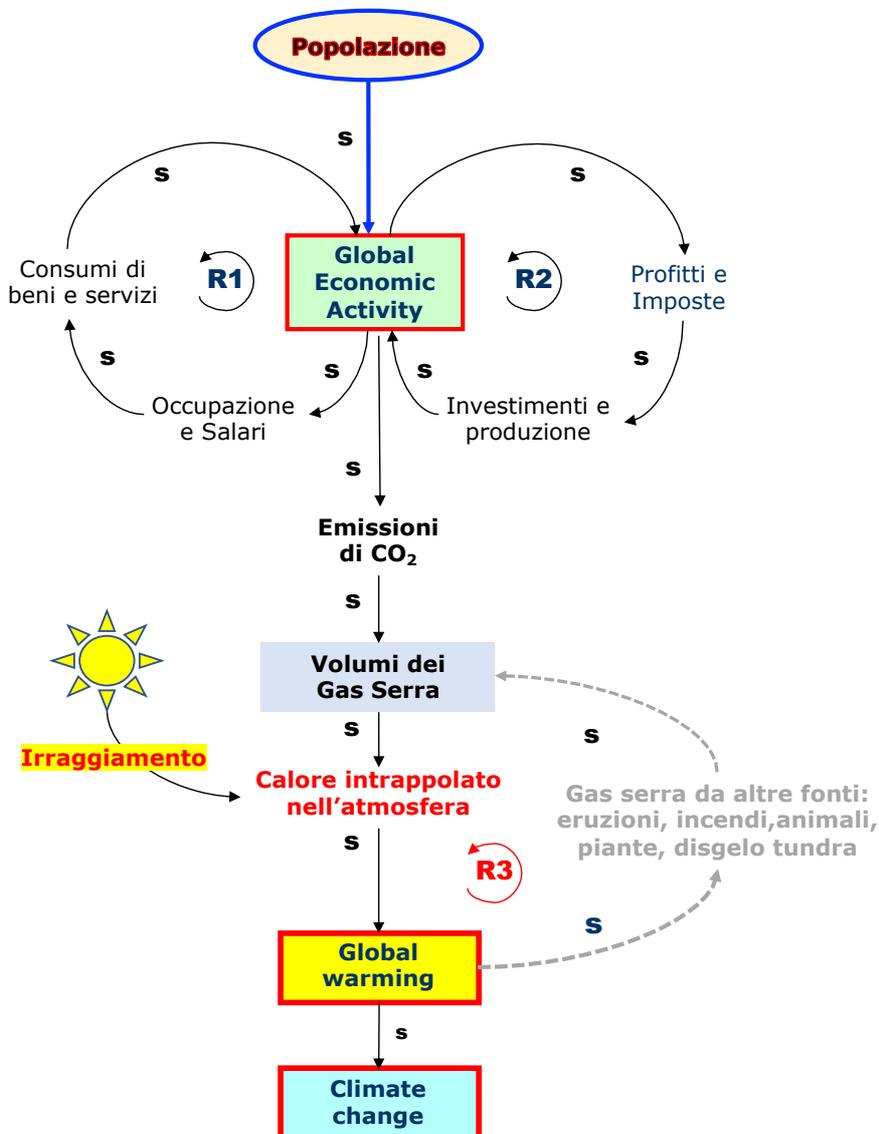


Fig. 11 – Global warming and Climate change

(Fonte: Concezione degli autori basata su Senge, 1990, p. 345)

Quali che siano le cause di questo fenomeno, è necessaria un'azione *sovrana* per individuare e attuare una strategia di contenimento delle emissioni, come mostra il modello in Figura 12, che evidenzia le tre classi di possibili interventi strategici (box 1, 2 e 3). Al fine di interpretare l'impegnativo modello in Figura 12, suggerisco il seguente percorso di lettura.

(A) Quando si percepisce il *riscaldamento globale* e i suoi effetti cominciano a diventare preoccupanti, sorge un *allarme sociale*, che diventa sempre più intenso (s), producendo un movimento politico che porta le nazioni a fissare *limiti di tolleranza ai gas serra* (s) attraverso una serie di accordi internazionali, esempi dei quali sono:

– il protocollo di Kyoto (firmato a Kyoto l'11 dicembre, 1997, da oltre 160 paesi alla Conferenza COP3 durante la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC)) insieme ad altri successivi accordi internazionali;

– l'accordo di Bali (2007) che ha stabilito una drastica riduzione delle emissioni serra, da 25 a 40 per cento entro il 2020 (obiettivo);

– l'Accordo di Parigi che limita il riscaldamento a 2°C, auspicando che sia mantenuto al di sotto di 1,5°C;

– nella COP20 – tenutasi a Roma nell'ottobre 2021 – e nella COP26 – tenuta a Glasgow nel novembre 2021 – è stato fissato un obiettivo per le nuove emissioni: Garantire lo zero netto globale entro la metà del secolo (COP26 GOALS, online).

Questi trattati hanno obbligato i paesi industrializzati a ridurre le emissioni di sostanze inquinanti di almeno il 5,2% dal 2008 al 2012, rispetto alle emissioni del 1990, che viene preso come anno di riferimento. Recentemente l'accordo di Bali (2007) ha stabilito una drastica riduzione (25-40 per cento entro il 2020) dei gas serra.

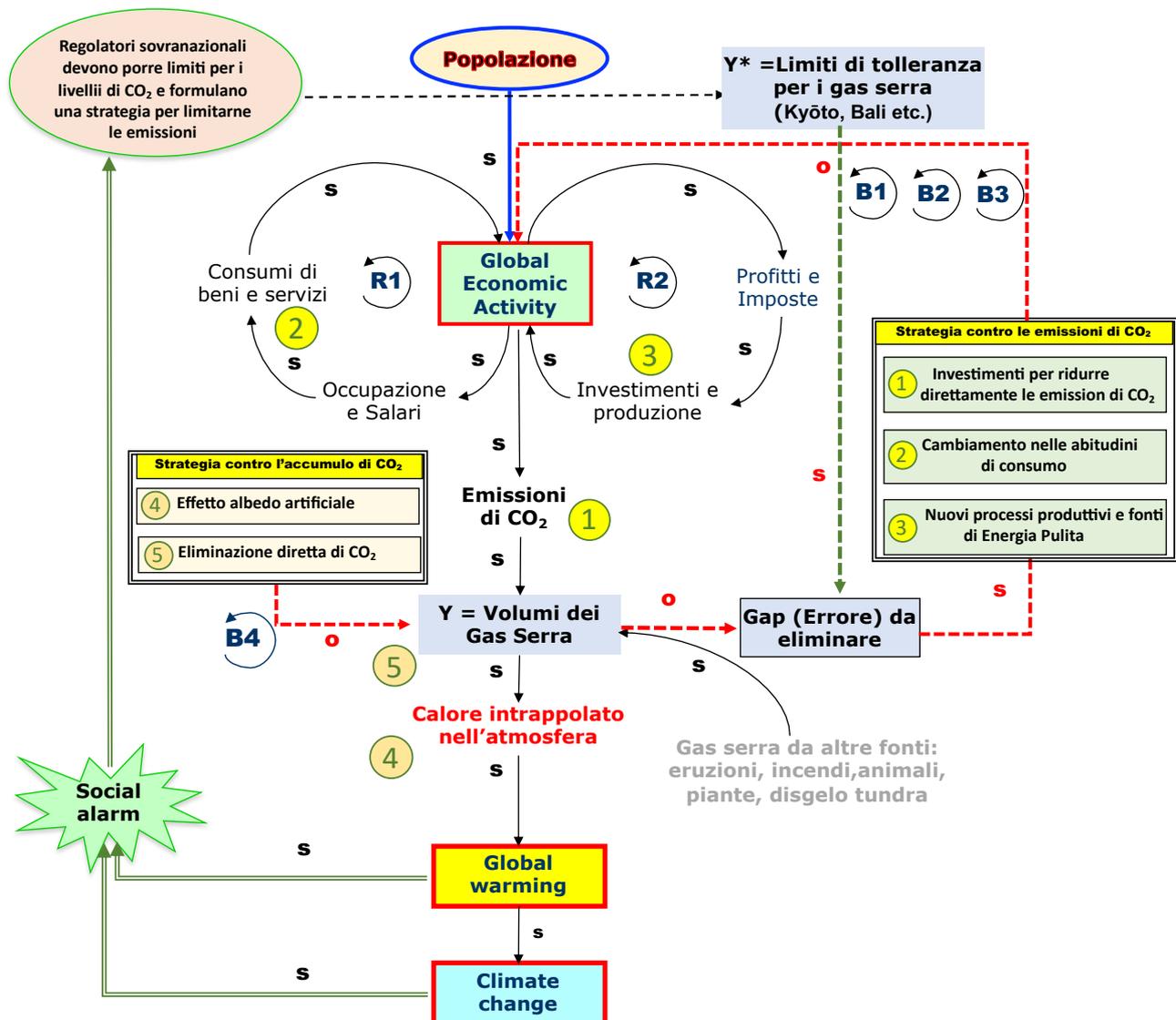


Fig. 12 – Strategia per contrastare il riscaldamento globale (Fonte: Elaborazione degli Autori)

(B) Le nazioni firmatarie dei trattati attivano diverse azioni strategiche (si vedano i box di Figura 12). Una consiste nell'*investimento per* finanziare misure volte a ridurre il più possibile le emissioni di CO₂ (box, 1), al fine di portarle al di sotto dei limiti di tolleranza (queste misure sono troppo numerose per essere dettagliate nel modello), ma possono essere riassunte come segue (box 1, 2 e 3 di Figura 12, a destra):

(1) *Ridurre le emissioni* di CO₂ (loop [B1]). Si incentiva il processo di "decarbonizzazione" nel sistema energetico globale per sostituire l'energia ottenuta da combustibili fossili inquinanti, con energia "pulita", in particolare con elettricità ottenuta da "fonti rinnovabili", utilizzando: pannelli fotovoltaici, che convertono direttamente l'energia solare in energia elettrica; celle solari, per produrre vapore per turbine elettriche; turbine eoliche terrestri e marittime; dispositivi che convertono l'energia delle onde e delle maree; tecnologia per l'uso dell'energia geotermica della Terra, nonché centrali nucleari di ultima generazione ("non nel mio giardino").

(2) *Favorire il Cambiamento nelle abitudini alimentari* (loop [B2]). Secondo gli scienziati, quantità non trascurabile di gas serra viene prodotta da bovini e altri ruminanti, allevati in numero grandissimo, i quali, durante il loro ciclo digestivo, emettono quantità preoccupanti di metano che rimangono nell'atmosfera per circa 10 anni. L'allevamento intensivo di bovini e suini è anche una fonte di ulteriori ingenti quantità di gas serra (anidride carbonica, metano e protossido di azoto) dalla decomposizione del letame. Per ridurre/eliminare queste emissioni, devono essere cambiate le abitudini alimentari delle persone convincendole a ridurre il consumo di carne bovina e suina a favore di alternative non inquinanti seguendo una dieta vegetariana e vegana, o una basata su alternative non bovine per la carne: dieta a base di pesce e alghe; dieta che includa gli insetti; dieta che incentivi il consumo di prodotti a Km zero, ecc. I menu dei ristoranti dovranno essere convertiti, ma, prima di tutto, devono essere convinti i consumatori a cambiare la loro dieta.

(3) *Sviluppare nuovi processi produttivi "energy saving"* e fonti di "energia green (loop [B3]). È necessario incoraggiare gli investimenti che le industrie dovranno sostenere per sostituire macchinari e motori con altro non più alimentati da combustibili fossili. Si dovranno produrre nuovi impianti, ideare nuove attrezzature e progettare e proporre nuovi prodotti e nuovi imballaggi. In molti paesi, inoltre, è in corso uno sforzo per incoraggiare il consumatore a sostituire le auto tradizionali con quelle elettriche, con la creazione di una rete di stazioni di ricarica su autostrade e città, nonché di sistemi domestici e privati per la ricarica rapida. In conclusione, questi interventi, pensati per ridurre i gas serra, cambieranno non solo i sistemi produttivi perché convertano i loro processi e prodotti all'uso di energia green, ma anche le abitudini di consumo di prodotti non sostenibili.

La funzione di questi tre cicli di bilanciamento è quella di contrastare i due cicli di rinforzo originali, [R1] e [R2], che producono un'attività economica globale continua. Se le tre classi di azioni strategiche (box, 1, 2 e 3) avranno successo e non vi saranno emissioni di gas a effetto serra da altre fonti, si verificherà una riduzione (o) delle emissioni di CO₂ che consentirà al sistema di mantenersi al di sotto dei limiti massimi consentiti (Kyōto, Bali, ecc.).

Non si deve, però, dimenticare che gli archetipi della Figura 3 non cessano mai di operare per cercare di contrastare le strategie imposte dai regolatori sovranazionali; per cambiare le abitudini dei consumatori è necessario cambiare la struttura dei prodotti e i metodi di

produzione, logistici e di distribuzione e trasporto; questo richiede risorse per le nuove strutture produttive e logistiche. Il comportamento individualistico dei consumatori e degli imprenditori si traduce in una riluttanza ad accettare i costi necessari. Pertanto, la strategia di intervento globale deve contenere *disincentivi* per i produttori che non modificano i loro prodotti e processi produttivi (ad esempio, una carbon tax) e *incentivi per i* consumatori (bonus per il risparmio energetico, interventi sui prezzi dei nuovi prodotti, ecc.) che modificheranno la loro funzione di consumo.

L'archetipo delle *preferenze locali* è particolarmente attivo. La strategia per contrastare il riscaldamento globale deve essere adottata a livello mondiale da un'autorità sovranazionale; purtroppo, per interessi locali, non tutte le nazioni hanno aderito alle varie convenzioni volte a realizzare una strategia collettiva e globale contro l'emissione di gas serra. Inoltre, c'è la tendenza a dilazionare nel tempo le eventuali misure strategiche, mostrando chiaramente una mentalità a breve termine.

(C) Alla Strategia a tre leve contro le emissioni di CO₂ delineata nel precedente modello (box a destra, nel modello di Figura 12), si affianca la Strategia contro l'accumulo di CO₂ (box a sinistra, nel modello Figura 12) che include altre due "classi" di leve strategiche che portano alla formazione del loop [B4] (continua la enumerazione delle leve)

(4) La creazione di un *effetto albedo artificiale* prodotto su ampia scala, con il tentativo di incrementare la superficie riflettente dei raggi solari, impedendo il riscaldamento del globo. L'effetto albedo è normalmente prodotto dalla superficie del ghiaccio o dalla coltre di nubi, preferibilmente bianche che si estendono sugli oceani o su ampi territori. Poiché il global warming sta, purtroppo, riducendo la superficie dei ghiacci sulle calotte polari, ed è impossibile fermare il fenomeno, è stato studiato un progetto che prevede l'irrorazione su ampie zone di un *aerosol* di vapore arricchito di microscopiche particelle di sale, mediante aerei o navi, così da aumentare il numero delle gocce che si formano intorno ad ogni microscopica particella di sale formando una coltre di nubi bianche. In effetti, se le nubi sono scure vuol dire che contengono gocce d'acqua grosse. Se, invece, sono piccole la nube si sbianca. E questo era l'obiettivo, perché in tal modo poteva riflettere una maggior quantità di radiazione solare riscaldando meno l'ambiente terrestre. Ma qui è arrivata la sorpresa non gradita. I ricercatori si sono resi conto che l'effetto finale era un aumento non voluto delle piogge sulla terraferma scatenando addirittura dei terribili monsoni. Tali violenti fenomeni nascono appunto quando l'aria sulla Terra è più calda di quella sugli oceani, la quale appunto si raffreddava proprio seminando le nubi e rendendole più bianche.

Il progetto prevedeva di spruzzare acqua di mare nelle nubi sopra gli oceani così da aumentare il numero delle gocce che si formano intorno ad ogni microscopica particella di sale. Se le nubi sono scure vuol dire che contengono gocce d'acqua grosse. Se, invece, sono piccole la nube si sbianca. E questo era l'obiettivo, perché in tal modo poteva riflettere una maggior quantità di radiazione solare riscaldando meno l'ambiente terrestre. Ma qui è arrivata la sorpresa non gradita. I ricercatori si sono resi conto che l'effetto finale era un aumento non voluto delle piogge sulla terraferma scatenando addirittura dei terribili monsoni. Tali violenti fenomeni nascono appunto quando l'aria sulla Terra è più calda di quella sugli oceani, la quale appunto si raffreddava proprio seminando le nubi e rendendole più bianche (Caprara, 2010; vedi anche Latham *et al.*, 2012).

L'effetto albedo può essere prodotto anche su aree limitate, cercando rallentare lo scioglimento di alcuni ghiacciai ricoprendoli, nel periodo estivo, con teli riflettenti di materiale geotessile. In Italia il tentativo ha riguardato il Ghiacciaio Presena (Brenna, 2020).

(5) *L'eliminazione diretta della CO2* (loop [B4]), con diversi interventi, molti ancora in corso di sperimentazione, come il tentativo di assorbire artificialmente la CO2 direttamente dall'atmosfera mediante dispositivi di "cattura del carbonio" (Keith *et al.*, 2006; Boot-Handford *et al.*, 2014).

It is physically possible to capture CO2 directly from the air and immobilize it in geological structures. Air capture differs from conventional mitigation in three key aspects. First, it removes emissions from any part of the economy with equal ease or difficulty, so its cost provides an absolute cap on the cost of mitigation. Second, it permits reduction in concentrations faster than the natural carbon cycle: the effects of irreversibility are thus partly alleviated. Third, because it is weakly coupled to existing energy infrastructure, air capture may offer stronger economies of scale and smaller adjustment costs than the more conventional mitigation technologies (Keith *et al.* 2006, p. 18).

Sono anche in atto alcuni tentativi per *assorbire artificialmente il gas dall'atmosfera*, con la creazione di *unità filtranti dell'aria* in grado di estrarre la CO2, trasformandola in carbone e diamanti (Yale, 2021). È in fase di sperimentazione la produzione di *pannelli* che assorbono CO2 che potranno essere utilizzati per rivestire le facciate dei grattacieli e di altri edifici.

Ricordiamo da ultimo che al controllo del Global warming attuato con le strategie (1)-(5) indicate alle pagine precedenti, si potrebbe affiancare un sistema di "controllo naturale" che si attiverebbe per il riscaldamento della Corrente del Golfo (Gulf stream), il *convettore termolino nord atlantico* (rivista Discovery, settembre 2002; Science, 2004; Fortune, febbraio 2004) che si manifesta con un flusso molto potente di acqua calda, una corrente che si muove dai Caraibi (dove si è riscaldata) e sale verso i paesi del Nord Europa, dove cede il calore, portando temperature miti in inverno. In termini semplici, l'azione di questo sistema di controllo naturale è descritta in Figura 13.

Il percorso di lettura del Causal Loop Diagram della Figura 13 può essere sintetizzato come segue:

- a) il Global warming aumenta il calore portato dalla Gulf stream (s);
- b) arrivata a Nord, l'acqua più calda accelera lo scioglimento dei ghiacci dei Poli e raffredda il clima (espandersi (+ temperatura Gulf stream, - estensione ghiacciai e riduzione temperatura al Nord, (o));
- c) ciò fa riversare una massa di acqua fredda e dolce nell'Oceano Atlantico, che raffredda anticipatamente il flusso della Gulf Stream, rallentandone la corsa;
- d) la Corrente del Golfo, che si è di molto raffreddata, scende anticipatamente sul fondo dell'oceano e torna a Sud verso il Golfo (freccie colorate nella parte inferiore della figura);
- e) con l'anticipato ritorno a Sud, il calore che la corrente del Golfo trasporta raggiunge in minor misura la regione del Nord Europa;
- f) ciò consente al ghiaccio delle calotte di riformarsi e di espandersi (- temperatura delle terre del Nord, + estensione ghiacciai, (o)) provocando una glaciazione in Europa e nel Nord America (+ ghiacci polari, + freddo sulle regioni del Nord, + glaciazione estesa in Europa (s)),

coprendo le foreste temperate dell'Europa continentale (grandi frecce bianche nella parte inferiore della figura) che, non trattenendo più il calore, accentuano ancor di più il rischio di una nuova glaciazione (si veda Lemley 2004, Online);

g) la glaciazione produrrebbe un incremento delle zone riflettenti, ampliando l'effetto albedo (+ copertura di ghiaccio sulle foreste del Nord, + effetto albedo, (s));

h) l'aumentato effetto albedo riduce ancora di più la temperatura del Nord, riducendo il Global warming (–temperatura del Nord, – global warming, (s)).

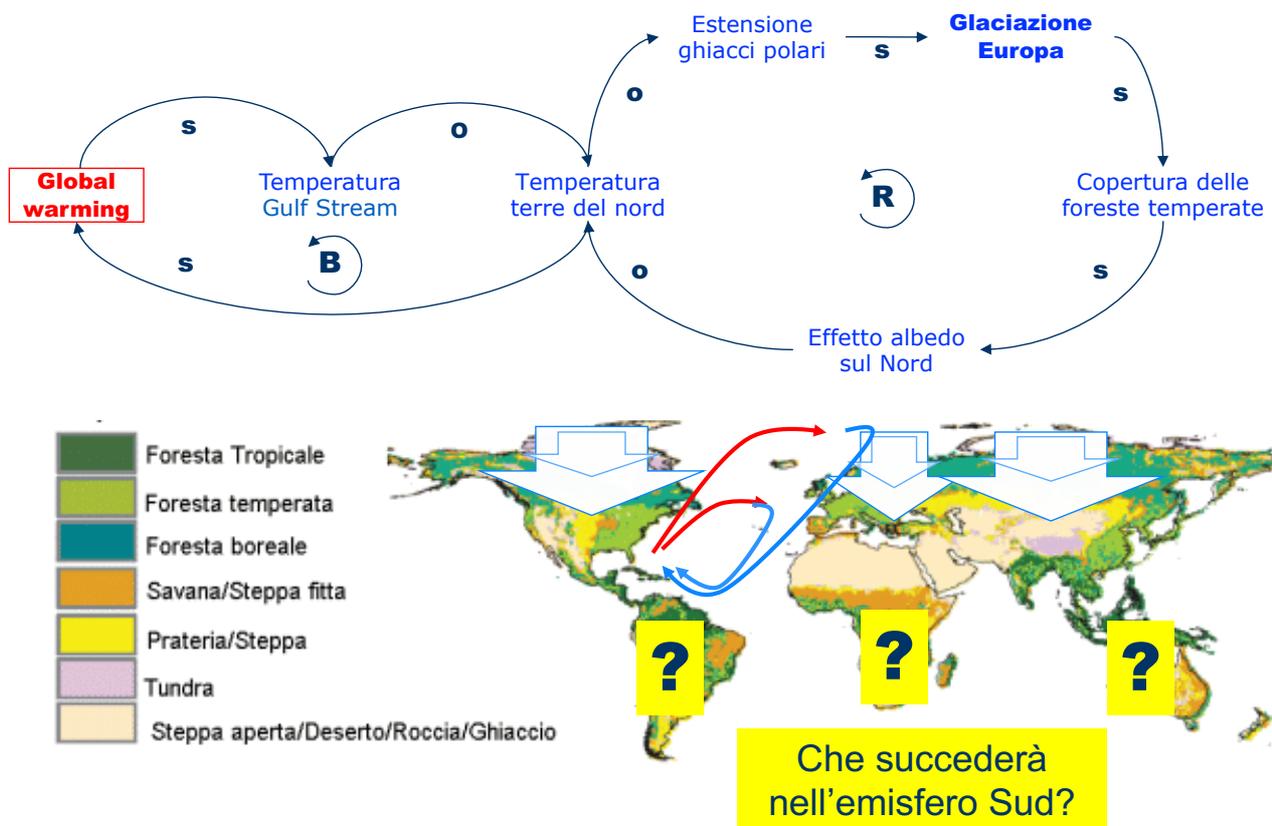


Fig. 13 – Gulf Stream come leva di controllo automatico del global warming
(Fonte: elaborazione degli Autori)

10 – Il modello PSC

Gli esempi di cui sopra mostrano chiaramente che i problemi della sostenibilità in ambito economico e sociale non sono facili da risolvere. Bisognerebbe infatti cercare di modificare il comportamento degli agenti economici e sociali che stanno causando questi problemi; tale comportamento, però, non è facilmente modificabile poiché è guidato da una mentalità a *breve termine*, *individualista* e *localistica*, secondo archetipi facilmente riconoscibili. Per questo motivo, le strategie per affrontare questi problemi non vengono decise dagli *agenti* economici e sociali ma da *regolatori globali*, spesso *sovrnazionali* che intervengono quando gli effetti dannosi, globali e a lungo termine, prodotti dal comportamento individuale, iniziano ad essere percepiti da molti individui, provocando un "allarme sociale".

Le norme imposte dai regolatori globali lavorano per “scongelare” il problema (termine proposto da Lewin, 1947), ma non produrranno un effetto immediato sul comportamento individuale fino a quando gli agenti non modificheranno le loro strutture mentali e operative. L’emanazione di *norme* (ad esempio, l’obbligo di differenziare i rifiuti, installare pannelli solari, ridurre l’assunzione di carne e imporre il consumo di insetti, ecc.) rappresenta una “leva” per un *cambiamento rapido*, reversibile e a basso costo che serve ad attivare la seconda “leva” di cambiamento per creare o adeguare le *strutture* (ad esempio, sistemi di raccolta porta a porta dei rifiuti, l’adeguamento delle coperture per l’installazione di pannelli solari, rifornire gli ipermercati di una sufficiente varietà di alimenti alternativi, ecc.). Questa “leva” è molto più *lenta*, difficilmente reversibile e molto costosa. L’adeguamento delle *strutture* operative attraverso norme specifiche è necessario ma non sufficiente a risolvere il problema. È necessario un *cambiamento culturale* negli individui-agenti in modo che diventino *consapevoli degli svantaggi*, per quanto remoti e globali, derivanti dal loro micro-comportamento vantaggioso individuale, locale e a breve termine e cambino le loro routine. Pertanto, la “leva” che può risolvere in maniera definitiva i problemi della sostenibilità è quella *culturale*, che è più lenta, messa in atto attraverso un cambiamento delle strutture, ma che deve anche produrre un ridisegno accettato e condiviso delle routine operative (di consumo e di produzione) (Porter, Kramer, 2011).

I tre livelli di cambiamento sopra citati sono rappresentati nel Modello PSC (Processes, Structures, Culture) (Mella, Meo Colombo, 2012; Mella, 2021), illustrato nella Figura 14.

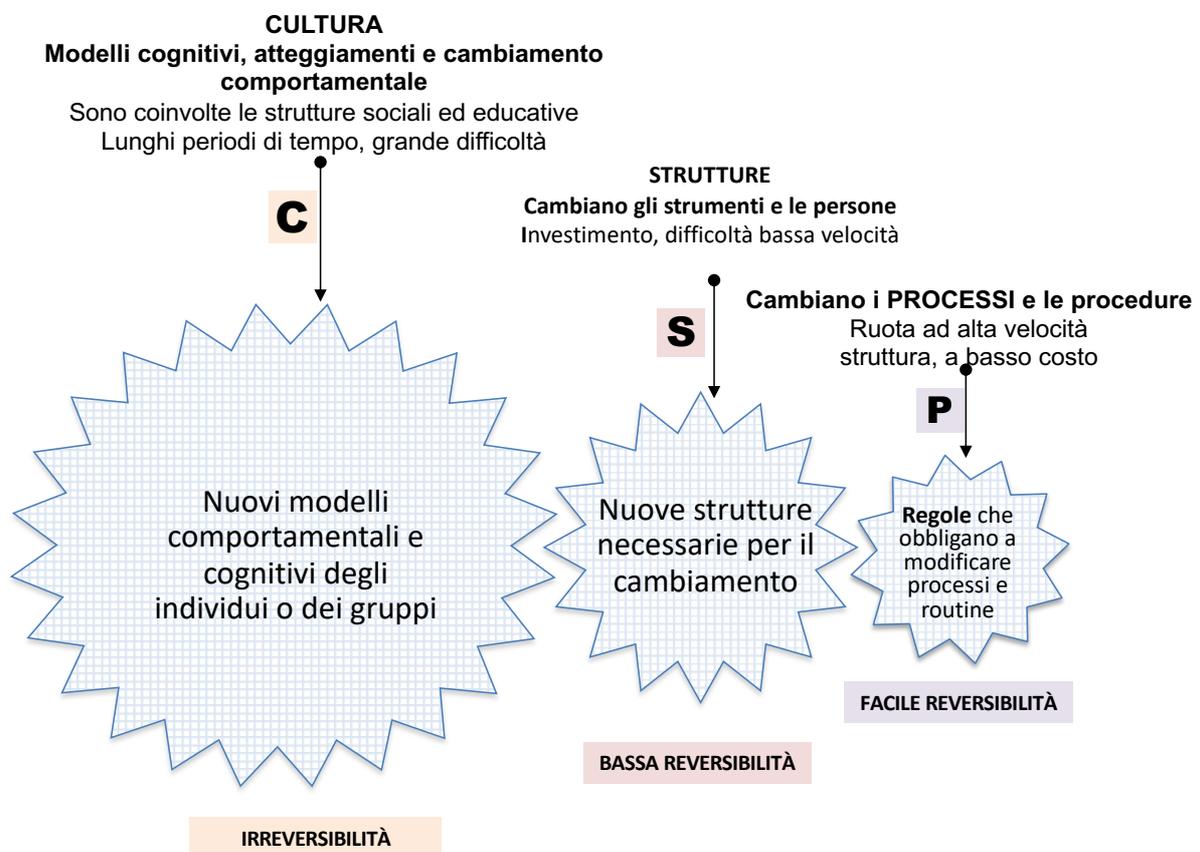


Fig. 14 – Il modello PSC. Le tre “ruote” del cambiamento
 (Fonte: elaborazione degli Autori)

Il modello in Figura 14 descrive il cambiamento come un processo generato da tre "ruote" (leve, azioni, comportamenti, politiche, ecc.) collegate e azionate ciclicamente che portano al "cambiamento" a velocità diverse, come:

1. la ruota delle regole dei *processi*: veloce, reversibile, ma di breve periodo, che serve a congelare la situazione problematica e impone un cambiamento nei *processi operativi interni*;
2. la ruota del cambiamento nelle *strutture* tecniche e organizzative per attuare i processi: più lenta e semi-permanente che serve ad attuare efficacemente i cambiamenti nei *processi operativi* operati dai singoli agenti;
3. La ruota del cambiamento nella *cultura*, cioè nei modelli cognitivi e comportamentali degli individui o dei gruppi che partecipano alla struttura sociale e organizzativa, producendo così un cambiamento nelle loro routine. Il cambiamento culturale è molto lento, ma piccoli movimenti possono produrre grandi cambiamenti.

La rotazione della "grande ruota" della cultura non dipende solo dalla "ruota" della struttura, ma deve ricevere incentivi e sostegno a livello globale per un lungo periodo, poiché deve superare il potere di rottura dell'archetipo delle preferenze a breve termine e individuali.

Chiaramente evidente è l'importanza sia di *informazioni* estese e convincenti sugli effetti negativi a lungo termine del comportamento a breve termine, sia di *sistemi didattici* estesi per sensibilizzare gli individui-agenti alla necessità di utilizzare il Pensiero Sistemico nel valutare le conseguenze globali del loro comportamento in una prospettiva di sostenibilità. Riteniamo che, per essere efficaci, l'*informazione* e l'*istruzione* debbano essere diffuse su un territorio vasto ed essere molto dettagliate, uniformi, credibili e convincenti.

Il *cambiamento culturale* rappresenta la soluzione definitiva che sfrutta le potenzialità di individui informati e istruiti. Senza tale cambiamento gli sforzi normativi ("ruota" piccola) e quelli strutturali ("ruota" media) rischiano di essere interventi meramente sintomatici su singole variabili, e quindi di non produrre l'*effetto leva* necessario per affrontare la sostenibilità.

The advantage of systems thinking derives from the leverage effect – seeing in what way the actions and changes in the structures can lead to long-lasting, meaningful improvements. Often the leverage effect follows the principle of the economy of means, according to which the best results do not come from large-scale efforts but from well-concentrated small actions. Our non-system way of thinking causes significant specific damage because it continually leads us to concentrate on low leverage effect changes: we concentrate on symptoms of higher stress. We correct and improve the symptoms: but such efforts are limited, when things go well, to improving short-term factors, while worsening the situation in the long run (Senge, 2006, p. 131).

11 – La sostenibilità come driver strategico

Riteniamo opportuno a questo punto ridefinire il concetto di sostenibilità alla luce del Modello PSC, evidenziando le opportunità che questo presenta alle aziende, considerando in particolare il concetto di *sostenibilità come driver strategico* per introdurre innovazioni nei prodotti/servizi e ottenere così un vantaggio competitivo. Proponiamo a questo scopo di adottare il Systems Thinking come potente strumento per guidare l'impresa verso gli obiettivi di crescita sostenibile e di creazione di valore condiviso e verso l'applicazione del Modello PSC per diffondere il cambiamento in tutta l'azienda.

È opportuno menzionare anche diversi modelli importanti che sono apparsi recentemente in letteratura su questo argomento. Secondo Nidumolu, Prahalad e Rangaswami (2009):

In the future, only companies that make sustainability a goal will achieve competitive advantage. That means rethinking business models as well as products, technologies, and processes (Nidumolu *et al.*, 2009).

Questi autori propongono un processo in cinque fasi necessario per emergere dalla recessione e rendere l'azienda sostenibile:

Fase 1: Considerare la conformità come un'opportunità

Fase 2: Rendere sostenibili le catene del valore

Fase 3: Progettazione di prodotti e servizi sostenibili

Fase 4: Sviluppo di nuovi modelli di business

Fase 5: Creazione di piattaforme per la pratica successiva

Porter e Kramer (2011) sottolineano, invece, l'importanza di ridefinire lo scopo dell'impresa al fine di orientarla verso la creazione di valore condiviso.

The purpose of the corporation must be redefined as creating shared value, not just profit per se. This will drive the next wave of innovation and productivity growth in the global economy. It will also reshape capitalism and its relationship to society (Porter & Kramer, 2011).

Gli autori propongono un modello che illustra tre modi chiave che le aziende possono intraprendere per creare opportunità di valore condiviso:

1. Riconcepire prodotti e mercati.
2. Ridefinire la produttività nella catena del valore.
3. Consentire lo sviluppo di cluster locali.

Pertanto, le imprese dovrebbero "guardare" alle decisioni e alle opportunità attraverso la lente del valore condiviso. Porter e Kramer, sostengono che ciò porterà a nuovi approcci che genereranno maggiore innovazione e crescita per le aziende, e anche maggiori benefici per la società.

D'altra parte, come sottolineano Baumgartner e Ebner (2010), il management dovrebbe prestare maggiore attenzione a diversi aspetti indispensabili per raggiungere la sostenibilità aziendale, come ad esempio:

- a. "innovazione e tecnologia", al fine di ridurre gli impatti ambientali derivanti dai nuovi prodotti e dalle attività commerciali;
- b. "collaborazione" con i vari partner commerciali (ad esempio, fornitori, istituti di ricerca e sviluppo, università);
- c. "gestione della conoscenza", al fine di implementare la base di conoscenza organizzativa;
- d. "pianificare "processi" e assegnare ruoli per integrare la sostenibilità nella vita quotidiana delle imprese;

e. "migliorare gli "acquisti", e quindi i rapporti con i fornitori, al fine di incrementare la sostenibilità aziendale;

f. "rendicontazione di sostenibilità", al fine di evidenziare i risultati conseguiti.

In sintesi, riteniamo che vi siano buone opportunità per le imprese che basano efficacemente le loro attività sui principi fondamentali della crescita sostenibile. In questo senso il concetto di sostenibilità potrebbe essere ampliato indicando gli effetti positivi in termini di maggiore innovazione e vantaggio competitivo per le imprese che adottano la sostenibilità come obiettivo e non come vincolo. Pertanto, la "sostenibilità aziendale" potrebbe essere definita come:

The capacity of the firm to adequately sustain its business and improve the medium-long term economic, environmental and social conditions. If effectively adopted as a goal and properly implemented in the production of goods and services, sustainability can represent a strategic driver to develop innovation and achieve competitive advantage.

12 – Conclusioni

Abbiamo tentato di dimostrare che problemi di sostenibilità ambientale possono essere in gran parte ricondotti al comportamento "miope" degli agenti economici che pongono in atto processi volti al breve periodo, agli interessi individuali e locali. È stato presentato anche il modello di cambiamento, PSC, che evidenzia come la sostenibilità richieda cambiamenti coordinati nei processi, nelle strutture e nella cultura sia nelle aziende sia nell'ampio Sistema EcoSocEnv (Figura 4). Il Modello PSC potrebbe così essere considerato come struttura concettuale da adottare per diffondere il cambiamento, producendo così una crescita sostenibile e la creazione di valore condiviso. A tal fine riteniamo utile affiancare al Modello PSC un sistema di governi-imprese-stakeholder al fine di consentire alle imprese di condividere i propri obiettivi di cambiamento alla luce degli effettivi interessi dei propri stakeholder. Nell'interesse delle imprese, è necessario in quest'ottica considerare il potenziale strategico della sostenibilità per produrre innovazione e ottenere un vantaggio competitivo.

Il modello PSC ci fa capire l'importanza della cultura e perché le regole di corporate governance, dal Sarbanes-Oxley Act al Cadbury Code, mirino a stimolare l'adozione di codici di autodisciplina e a favorire comportamenti di gestione più sostenibili (Van der Zee & Swagerman 2009); ci fa anche comprendere perché altre norme istituzionali, in particolare in ambito ambientale, vincolino le imprese ad adeguare i propri comportamenti, come ad esempio nel caso del mercato europeo dei permessi di emissione, che impone alle imprese ad agire in linea con i principi della crescita sostenibile (De Falco & Vagnani, 2012). Nello sforzo di attuare un cambiamento culturale, inoltre, le imprese più grandi e quotate in borsa sono invitate ad aumentare la loro sostenibilità e a pubblicare i loro risultati in campo economico, ambientale e sociale. La comunicazione sulla strategia dell'UE per lo sviluppo sostenibile (15/5/2001) ha invitato tutte le società quotate in borsa con almeno 500 dipendenti a pubblicare nelle loro relazioni annuali agli azionisti una "triplice linea di fondo" (triple bottom line) che misuri le loro prestazioni in base a criteri economici, ambientali e sociali.

In generale, la quantità e la qualità della legislazione ambientale internazionale, nazionale e locale è aumentata in modo significativo e gli accordi internazionali, come il protocollo di Kyoto, sono stati l'impulso per avviare un cambiamento di politica globale per adeguare processi, struttura e cultura. Tuttavia, come possiamo osservare, i risultati sono ancora scarsi.

In questo modo, per ogni settore di attività in cui è necessario un cambiamento, i governi potrebbero, da un lato, stabilire regole che ritengono appropriate al contesto e in grado di produrre innovazione e vantaggio competitivo per le imprese di quel particolare settore, e dall'altro decidere su eventuali interventi, ad esempio incentivi e finanziamenti, al fine di aiutare le imprese a sostenere i costi di realizzazione dei cambiamenti auspicati.

13 – Bibliografia

- Adams, W. M. (2006). *The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century*. Online: <http://iucn.org>.
- Agenzia per la coesione territoriale (2024). *Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile*. Online: <https://www.agenziacoesione.gov.it/comunicazione/agenda-2030-per-lo-sviluppo-sostenibile/>
- Awuah, B., Yazdifar, H., & Elbardan, H. (2023). Corporate reporting on the Sustainable Development Goals: A structured literature review and research agenda. *Journal of Accounting & Organizational Change*, 1832-5912, 1-30.
- Annan, K. (2002). The Global Compact. Corporate Leadership in the World Economy. *Symphonya. Emerging Issues in Management (www.unimib.it/symphonya)*, (2).
- Baumgartner, R. J., & Ebner, D. (2010). Corporate sustainability strategies: Sustainability profiles and maturity levels. *Sustainable Development*, 18(2), 76-89.
- Benameur, K. B., Mostafa, M. M., Hassanein, A., Shariff, M. Z., & Al-Shattarat, W. (2023). Sustainability reporting scholarly research: a bibliometric review and a future research agenda. *Management Review Quarterly*, 1-44.
- Brundtland Commission (1987). *Our common future*. United Nations General Assembly, World Commission on Environment and Development (WCED) - The "Brundtland Commission".
- Caprani, L. (2016), Five ways the sustainable development goals are better than the millennium development goals and why every educationalist should care, *Management in Education*, 30(3), 102-104.
- Christen, M., Schmidt, S. (2012). A formal framework for conceptions of sustainability – a theoretical contribution to the discourse in sustainable development. *Sustainable Development*, 20(6), 400-410.
- Costanza, R., Patten, B. C. (1995). Defining and predicting sustainability. *Ecological Economics*, 15(3), 193-196.
- Daly, H.E., Cobb, J.B. (1989). *For the Common Good*, Beacon Press, Boston: 401–455.
- De Falco, S. E., Vagnani, G. (2012). Sostenibilità e comportamenti manageriali nella prospettiva della upper echelon theory. Conference proceeding of XXXV Convegno AIDEA "Management senza confini", Salerno, 4 e 5 ottobre 2012.
- Elalfy A., Weber O., Geobey S. (2021) The Sustainable Development Goals (SDGs): a rising tide lifts all boats? Global reporting implications in a post SDGs world. *Journal of Applied Accounting Research*, 22(3), 557–575.
- Elkington, J. (2004). Enter the triple bottom line. *The triple bottom line: Does it all add up*, 11, 12. 1-16. Online: <http://www.johnelkington.com>.
- Elkington, J., & Rowlands, I. H. (1999). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. *Alternatives Journal*, 25(4), 42.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. Waltham, MA: Pegasus Communications, 1961.

- Global Reporting Initiative (GRI). 2000. Sustainability Reporting Guidelines on Economic, Environmental, and Social performance. GRI, Boston.
- Grainger-Brown J, Malekpour S (2019) Implementing the sustainable development goals: a review of strategic tools and frameworks available to organisations. *Sustainability*, 11(5), 1381, 1-18.
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162/3859, 1243-1248. Online: <http://cecs.wright.edu/~swang/cs409/Hardin.pdf>.
- Hardin, G. (1977). Ethical Implications of Carrying Capacity. Online: <http://dieoff.org/page96.htm>.
- Houghton, J. T. (1994, 1st). *Global warming: the complete briefing*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Hubbard, G. (2009). Measuring organizational performance: beyond the triple bottom line. *Business Strategy and the Environment*, 18(3), 177-191.
- IUCN, U., WW, F. (1980). World conservation strategy: Living resource conservation for sustainable development. Gland, Switzerland, International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN).
- Lewin, K. (1947). 'Frontiers in group dynamics'. In Cartwright, D. (Ed.), *Field Theory in Social Science*. London: Social Science Paperbacks.
- Lovins, A. B., Lovins, L. H., Hawken, P. (2007). A road map for natural capitalism. *Harvard Business Review*, 85 (7/8), 172.
- Low, S. M., Abdullah, D. F., & Khatib, S. F. (2023). Research trend in Sustainable Development Goals reporting: a systematic literature review. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(52), 111648-111675.
- Maslin, M. (2004). *Global warming*. Oxford University Press.
- Meadows, D. H., Meadows, D. H., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth: A Report to The Club of Rome (1972)*. Universe Books, New York.
- Mebratu, D. (1998). Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. *Environmental impact assessment review*, 18(6), 493-520.
- Mella, P. (2012). *Systems Thinking. Intelligence in action*. Berlin, New York: Springer Verlag.
- Mella, P., Meo Colombo, C. (2014). Organizational Change. The PSC Model View. *Advancement in Economic and Managerial Theory and Practice*. Proceedings 2nd B. S. Lab International Symposium Universitas Mercatorum, Rome, Italy, 1-28
- Mella, P. (2015). Change Management in a Complex World. The PSC Model. *Advances in Business and Economic Development*, 63-72.
- Mella, P. (2018). Sistemi di Controllo e Archetipi Sistemici. Le Basi del Management Consapevole. *Economia Aziendale Online*, 10(3), 1-22.
- Mella, P. (2021, 1st Ed. 2014). *The Magic Ring. Systems Thinking Approach to Control Systems (Second Edition)*. Springer Nature, Switzerland.
- Mella, P. (2022). Global Warming: Is It (Im)Possible to Stop It? The Systems Thinking Approach. *Energies*, 15(705).
- Mella, P. (2023a). L'ubiqua presenza dei sistemi di controllo. Corso Breve di Teoria del Controllo. Lezione 4. *Economia Aziendale online*, 14(2), 471-524.
- Mella, P. (2023b). Gli archetipi sistemici. Corso Breve di Teoria del Controllo. Appendice 4A. *Economia Aziendale online*, 14(2), 525-567.

- Mishra, M., Desul, S., Santos, C. A. G., Mishra, S. K., Kamal, A. H. M., Goswami, S., Kalumba A. M., Biswal B., Marques da Silva R., Costa dos Santos C. A. & Baral, K. (2023). A bibliometric analysis of sustainable development goals (SDGs): a review of progress, challenges, and opportunities. *Environment, Development and Sustainability*, 1-43.
- Nidumolu, R., Prahalad, C. K., Rangaswami, M. R. (2009). Why sustainability is now the key driver of innovation. *Harvard business review*, 87(9), 56-64.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pearce, D., Markandya, A., Barbier, EB. (1989). *Blueprint for a green economy*. Earthscan: London.
- Porter, M.E., Kramer, M.R. (2011). The Big Idea. Creating Shared Value. *Harvard Business Review*, January-February, 62-77.
- Richmond, B. (1993). Systems Thinking: Critical Thinking Skills for the 1990s and Beyond. *System Dynamics Review*, Vol. 9, no. 2 (Summer 1993), 113-133.
- Seelos, C., Mair, J. (2005). Social entrepreneurship: Creating new business models to serve the poor. *Business horizons*, 48(3), 241-246.
- Senge, P.M. (1990, 2006). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the learning Organization*, New York: Doubleday/Currency (First Ed. 1990).
- Senge, P.M. et al. (2008). *The Necessary Revolution: How Individuals and Organizations Are Working Together to Create a Sustainable World*. New York: Broadway Books.
- Senge, P., Kleiner, A., Roberts, C., Ross, R., Smith, B. (1994). *The fifth discipline Fieldbook*, Boubleday, Random House Inc., New York, 1994.
- Siddiqui, A., Altekari, S., Kautish, P., Fulzele, S., Kulkarni, N., Siddiqui, M., & Bashir, M. F. (2023). Review of measurement of sustainable development goals: a comprehensive bibliometric and visualized analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(40), 91761-91779.
- Söderbaum, P. (2008). Understanding sustainability economics: towards pluralism in economics. Earthscan.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill, New York, 2000.
- Sterman, J. D. (2001). System Dynamics Modeling: Tools for Learning in a Complex World", *California Management Review*, Vol. 43/4, 8-25.
- United Nations (2024). The 17 Goals, Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development. Online: <https://sdgs.un.org/goals>
- Van der Zee, A., & Swagerman, D. (2009). Upper echelon theory and ethical behaviour: an illustration of the theory and a plea for its extension towards ethical behaviour. *Journal of Business Systems, Governance and Ethics*, 4(2), 27-43.
- Vos, R. O. (2007). Defining sustainability: a conceptual orientation. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 82(4), 334-339.
- Yamaguchi, N. U., Bernardino, E. G., Ferreira, M. E. C., de Lima, B. P., Pascotini, M. R., & Yamaguchi, M. U. (2023). Sustainable development goals: A bibliometric analysis of literature reviews. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 5502-5515.
- Wang X, Yuen KF, Wong YD, Li KX (2020) How can the maritime industry meet Sustainable Development Goals? An analysis of sustainability reports from the social entrepreneurship perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 78 (102173), 1-17.