

Economia Aziendale Online

Economia Aziendale Online

Business and Management Sciences
International Quarterly Review

Dal Miglioramento Individuale
al Progresso Collettivo. L'Interpretazione
della Combinatory Systems Theory

Piero Mella

Pavia, March 31, 2023
Volume 14 - N. 1/2023

DOI: 10.13132/2038-5498/14.1.141-174

www.ea2000.it
www.economiaaziendale.it


PaviaUniversityPress

Dal Miglioramento Individuale al Progresso Collettivo. L'Interpretazione della Combinatory Systems Theory

Piero Mella

Professor
Department of Economics and
Management. University of
Pavia, Italy.

Corresponding Author:

Piero Mella
Department of Economics and
Management. University of
Pavia, Via S. Felice 5. 27100
Pavia, Italy

piero.mella@unipv.it

Cite as:

Mella, P. (2023). Dal Miglioramento
Individuale al Progresso Collettivo.
L'interpretazione della
Combinatory Systems Theory.
Economia Aziendale Online, 14(1),
141-174.

Section: *Refereed Paper*

ABSTRACT

La Combinatory Systems Theory offre efficaci modelli per rappresentare e interpretare rilevanti fenomeni collettivi. Uno dei più notevoli è quello che possiamo osservare nelle collettività, quando si produce un'espansione del "progresso", inteso come dinamica migliorativa, prodotta dalla collettività stessa, nei valori di qualche "macro-variabile" denotante "progresso". Questo studio si propone di utilizzare la logica dei Combinatory Systems per comprendere la dinamica del "progresso collettivo" come risultato del "miglioramento individuale" perseguito dagli individui che compongono la collettività stessa. Dopo avere sinteticamente richiamato sia i principi che stanno alla base della Combinatory Systems Theory, sia il modus operandi dei Combinatory Systems, sarà illustrato un semplice modello formale di sistema combinatorio di "Miglioramento Individuale" e di "Progresso Collettivo" – o, sinteticamente, "Sistema di Miglioramento e Progresso" –, sulla cui base saranno costruiti "modelli euristici" di alcuni rilevanti sistemi che producono evidenti dinamiche di progresso.

The Combinatory Systems Theory offers effective models to represent and interpret relevant collective phenomena. One of the most remarkable is what we can observe in collectives" when there is an expansion of "progress", understood as an increasing dynamic, produced by the community itself, in the values of some "macro-variable" denoting "progress". This study aims to use the logic of Combinatory Systems to understand the dynamics of "collective progress" as a result of the "individual improvement" pursued by the individuals who make up the collectivity itself. After having briefly recalled both the principles underlying the Combinatory Systems Theory and the modus operandi of the Combinatory Systems, a simple formal model of a combinatorial system of "Individual Improvement" and "Collective Progress" – or, synthetically, "System of Improvement and Progress" – will be illustrated, on the basis of which "heuristic models" of some relevant systems that produce evident dynamics of progress will be built.

Keywords: collettività, Sistema Combinatorio, sinergetica, automi cellulari, allelomimesi, stigmergie, Agent-Based Systems, sistemi olonici, modello euristico, automa combinatorio, "Battere il record", "Produttività crescente", "Qualità crescente", "Benessere crescente", "Progresso scientifico e tecnologico", "Sopravvivenza ed evoluzione"

Received: December 2022

Published: 31/03/2023

1 – Framework teorico. Il *modus operandi* dei Sistemi Combinatori

1.1 – *Introduzione. Le collettività quali Sistemi Combinatori*

È sufficiente osservare il mondo attorno a noi per renderci conto della presenza di collettività di individui, cioè di “agenti” di qualche specie che, pur operando distintamente e autonomamente, producono effetti collettivi attribuibili alla collettività, nella quale possono riconoscersi come membri. Se osservate “da una certa distanza”, le collettività appaiono “entità autonome” – *distinte* rispetto agli agenti che vi fanno parte – e sembrano in grado di manifestare un macro-comportamento autonomo, prodotto dall'azione congiunta dei micro-comportamenti degli individui.

Nonostante presentino differenze specifiche, i fenomeni collettivi possono essere *descritti* o *spiegati*, e quindi *compresi*, mediante il modello, tanto semplice quanto generale, dei "sistemi combinatori", cioè sistemi composti da individui simili, non connessi e non organizzati, che sembrano essere diretti da una “mano invisibile”, al fine di produrre un fenomeno collettivo emergente.

Molte collettività appaiono come semplici “insiemi di individui”, i cui comportamenti sono indipendenti l'uno dall'altro. Facendo riferimento a Mella (2017a,b,c), in termini formali, le collettività possono, tuttavia, essere interpretate come “autonome unità operative” formate da una pluralità di elementi, o agenti, *simili*, che producono micro-comportamenti *analoghi* – e, in generale, anche micro-effetti osservabili –, i quali, "combinandosi insieme", danno vita a un macro-comportamento attribuibile alla “collettività” stessa, originando *macro-fenomeni collettivi* e notevoli macro-effetti –, che trascendono i micro-comportamenti, anche se necessariamente derivano da questi.

Propongo di definire queste collettività quali Sistemi Combinatori, in quanto, da un lato, i macro-fenomeni derivano da una "combinazione" – da cui il termine "sistemi combinatori" – dei micro-comportamenti degli agenti (e non dalla semplice “aggregazione”), dall'altro, allo stesso tempo, quei macro-fenomeni condizionano i micro-comportamenti successivi degli agenti, in una *relazione di micro-macro feedback*, che rappresenta la "mano invisibile" che sembra guidare i comportamenti individuali per produrre i fenomeni collettivi.

I Sistemi Combinatori, generalmente, si avviano “*per caso*”, ma quando vengono attivati, mantengono la loro dinamica per la “*necessità*” degli agenti di modificare i loro comportamenti individuali, producendo, “per ricombinazione” di questi, la dinamica della collettività stessa.

L'azione del *micro-macro feedback* trasforma queste collettività in veri e propri sistemi autonomi, che possono essere osservati come unità, pur nella molteplicità degli agenti costituenti. Il *micro-macro feedback* nasce e si mantiene nel tempo grazie all'azione di “*fattori necessitanti*”, che “costringono” gli agenti ad adattare il loro micro-comportamento al macro-comportamento del sistema, ed è conservato grazie all'opera di “*fattori ricombinanti*”, che portano la collettività a ricombinare i micro-comportamenti individuali, o i micro-effetti, al fine di produrre e mantenere il macro-comportamento, o il macro-effetto (Mella, 2017c, p. 211).

1.2 – Due semplici esempi emblematici

Per rendere più immediata la comprensione della logica operativa dei Sistemi Combinatori, presento due semplici, ma emblematici, esempi.

Abbiamo tutti sperimentato il fastidioso *brusio/ronzio che si forma in uno spazio chiuso*: al ristorante, durante le conferenze e, a volte, perfino al cinema o a teatro, mentre è in corso una

rappresentazione. È un fenomeno generale che si genera dal livello della voce (micro-effetto) dei molti individui presenti, quando parlano tra loro (micro-comportamento); nel locale, le voci non vengono disperse, come in uno spazio aperto, ma vengono “ricombinate”, producendo, appunto, un ronzio più o meno accentuato che può essere esaltato, oppure attutito, dalla distanza tra i parlanti, dalla forma della stanza, dal rivestimento delle pareti, o da altri fattori ambientali (*fattori ricombinanti*). Ma perché i presenti parlano ad alta voce (micro-comportamento)? Perché c'è il brusio (informazione globale) che impedisce loro di essere ascoltati (*fattore necessitante*); gli agenti devono quindi parlare a un numero di decibel superiore a quello del brusio; questo rappresenta il vincolo minimo da superare per essere ascoltati. Inizia ad agire il *micro-macro feedback*. Se il livello vocale individuale non è adeguato (gap di comunicazione), ogni agente, per comunicare, deve *alzare il livello della propria voce*. Ciò, inevitabilmente, si traduce in un *aumento del brusio*, che costringe i presenti, per essere ascoltati, ad alzare ancora di più il livello di voce (*fattore necessitante*). L'azione del *micro-macro feedback*, però, incessantemente aumenta ancora il brusio, obbligando i presenti ad alzare di più la voce, che aumenta il brusio, che costringe i presenti ... ecc., come parte di un “ciclo di rinforzo” che porta il ronzio al massimo livello di tolleranza (vincolo), arrivati al quale, tutti cessano di parlare, almeno per qualche istante; dopo di che, il brusio torna a crescere, come tutti abbiamo sperimentato, almeno una volta, in prima persona. E sembra proprio che i parlanti agiscano tutti insieme per modificare il livello di voce, come se l'informazione globale, cioè il *brusio*, li costringesse a “sincronizzare” i loro micro-comportamenti.

Consideriamo ora il sistema che produce il processo di *trasmissione di una lingua all'interno di una popolazione*. Tutti i genitori trasmettono la loro lingua madre ai loro figli (micro-comportamento), che imparano questa lingua (micro-effetto) con le eventuali inflessioni, trasmesse di generazione in generazione. La popolazione comunica (macro-comportamento) utilizzando la lingua madre (macro-effetto), che rappresenta l'informazione globale che obbliga le famiglie a insegnare quella lingua ai propri figli (vincolo/obiettivo), per non svantaggiarli nella loro comunicazione (fattore necessitante). Il feedback micro-macro è evidente, ma – ricordando i brutti voti inflittici dai nostri insegnanti a causa di errori di sintassi – non possiamo dimenticare che esistono anche Sistemi di Controllo (istituzioni scolastiche, ambiente sociale, Accademia della Crusca, ecc.) che rafforzano il sistema combinatorio, rilevando deviazioni tra la lingua utilizzata dai membri del gruppo e la lingua madre codificata, e cercano di eliminare queste deviazioni, utilizzando le leve tradizionali dell'insegnamento, per correggere la sintassi e, spesso, anche la pronuncia. Oggi sono stati censiti 7168 linguaggi nel mondo (Zing Languages, 2023). L'esistenza di così tante lingue, e di dialetti ancor più numerosi, dimostra che i sistemi combinatori per la trasmissione della lingua sono alcuni dei sistemi più potenti che operano nella società umana.

1.3 – Breve richiamo della letteratura

La “Teoria dei Sistemi Combinatori” rappresenta un nuovo strumento per l'osservazione di fenomeni collettivi, una nuova forma di pensiero sistemico che interessa i campi della biologia, dell'ecologia, dell'economia e della ricerca sociale e politica. La Teoria è utile per costruire modelli in tutti i casi di fenomeni “collettivi”, in cui il micro-comportamento degli individui che formano la collettività è, in misura maggiore o minore e in varie forme, diretto, influenzato, o condizionato dal “macro-comportamento generale della collettività” che, tuttavia, è prodotto proprio dai micro-comportamenti dei membri della collettività stessa.

I Sistemi Combinatori non si prestano ad essere *rappresentati e interpretati* per mezzo della logica dei sistemi tradizionali – cioè la logica dei *sistemi organizzati* –, ma possono essere studiati e compresi secondo la nuova Teoria proposta. Molti di questi sistemi collettivi sono solitamente studiati nel contesto della *teoria dei sistemi complessi* (Gell-Mann, 1994, 1995); oppure mediante simulazioni (Gilbert & Doran, 1994) anche con l'aiuto degli automi cellulari (Schelling, 2006; Gardner, 1970). I sistemi complessi, formati da una molteplicità di elementi che interagiscono senza coordinarsi, sono oggetto di studio della "sinergetica", una disciplina fondata da Hermann Haken (1977, 1983) che così scrive i sistemi sinergetici:

Riscontreremo che le varie parti si ordinano come guidate da una mano invisibile e d'altra parte sono proprio i singoli sistemi che a loro volta creano questa mano invisibile, tramite il loro effetto coordinato. Questa mano invisibile che dà ordine a tutto la chiameremo 'ordinatore'" (Haken, 1983, p.17).

Lo studio dei sistemi complessi si propone di comprendere: (1) come le interazioni diano origine a modelli di comportamento; (2) come possano essere osservati i macro-comportamenti dei sistemi complessi; (3) quale sia il processo di formazione di sistemi complessi attraverso la formazione e l'evoluzione di "pattern". Un "pattern" è una proprietà del sistema nel suo complesso, ma non una proprietà delle parti componenti il sistema. È una proprietà di un sistema che consente, quindi, di abbreviare la sua descrizione rispetto a un elenco delle descrizioni delle sue parti (NECSI online; Stacey, 1995).

There is no single unified Theory of Complexity, but several theories arising from various natural sciences studying complex systems, such as biology, chemistry, computer simulation, evolution, mathematics, and physics. This includes the work undertaken over the past four decades by scientists associated with the Santa Fe Institute (SFI) in New Mexico, USA, and particularly that of Stuart Kauffman (Kauffman 1993, 1995, 2000) John Holland (Holland 1995, 1998), Chris Langton (Waldrop 1992), and Murray Gell-Mann (1994) on complex adaptive systems (CAS), ... (Mitleton-Kelly, 2003, p. 24).

Queste discipline offrono una descrizione *esterna* del comportamento dei sistemi collettivi e non fanno emergere le condizioni, i fattori e le regole che producono il *feedback* tra comportamenti *micro* e *macro*. La Teoria dei Sistemi Combinatori offre, invece, un'interpretazione *interna*, enfatizzando i meccanismi operativi che "giustificano" il comportamento di tali sistemi. In particolare, tale Teoria interpreta, include e generalizza gli approcci dell'"allelomimesi" e della "stigmergie" ai comportamenti ordinati delle collettività di biologici, nel tentativo di interpretare *i sistemi di diffusione* e di *ordine*.

L'approccio della "allelomimetismo" (Juanico, 2006; Allelomimetismo, 2022) è rilevante per lo studio di sistemi costituiti da "animali sociali", come api, formiche e termiti, che si comportano come agenti di sistemi combinatori.

The most widely-observed social interaction concerns allelomimesis in its many forms (roughly speaking, do what my neighbour is doing; see e.g. Sudd 1963, Scott 1972, Altmann 1985). For example, one bird takes off, those near it also take off, and very quickly the whole flock has taken off. Recruitment in social insects is another classical example, in which one forager discovers an important food source, recruits inactive foragers in the nest to go to it, which in turn recruit still more foragers. Allelomimesis is by definition autocatalytic, in that if I do as others, then others do as I, and we all end up doing the same thing. Another term for this is positive feedback, and we shall use the three terms rather indiscriminantly. ... they all refer to the idea that the probability of an individual adopting a particular behaviour or

state is an increasing function of the number of individuals already exhibiting that behaviour or state (Deneubourg & Goss, 1989, p. 296).

L'approccio della "stigmergie", introdotto da Grassé (1960), interpreta la coordinazione che osserviamo negli animali sociali, termiti e formiche, in particolare, come il risultato dei loro stessi micro-comportamenti, che portano al rilascio di "feromoni" come micro-effetti. La combinazione dei micro-effetti, intesa come somma (accumulo) della quantità di feromoni rilasciati (dopo aver sottratto la parte scomparsa nel tempo), rappresenta l'informazione globale autoprodotta che guida i successivi *micro--comportamenti* degli insetti, che insieme producono i relativi macro-effetti.

Nest building in termites is the typical example of stigmergy, and is also the original example used by Grassé to introduce the concept. Termite workers use soil pellets, which they impregnate with pheromone (i.e., a diffusing chemical substance) to build pillars. Two successive phases take place during nest reconstruction. First, a non-coordinated phase occurs which is characterized by a random deposition of pellets. This phase lasts until one of the deposits reaches a critical size (...). Then, a coordination phase starts if the group of builders is sufficiently large and pillars emerge. The existence of an initial deposit of soil pellets stimulates workers to accumulate more material through a positive feedback mechanism, since the accumulation of material reinforces the attractivity of deposits through the diffusing pheromone emitted by the pellets (Dorigo *et al.*, 2000, p. 852).

Ricordo ancora l'approccio ai sistemi di agenti, o Agent-Based Systems, che tenta di spiegare, mediante simulazioni di Artificial Life (Isal, 2021), fenomeni collettivi emergenti dal comportamento di agenti biologici, come il fenomeno dell'evoluzione.

Concludo questa breve rassegna presentando l'approccio dei "sistemi olonici", proposto da Arthur Koestler (Koestler, 1967; Shimizu, 1987; Wilber, 2000, 2001), che si rivela utile per studiare il comportamento delle collettività di organismi viventi strutturati in organizzazioni sociali, composte da unità autosufficienti, chiamate "oloni", che sono capaci di comportamenti flessibili e che formano Olarchie, definite come una struttura gerarchicamente organizzata di oloni.

Nota: per una più estesa rassegna bibliografica, rinvio a Mella (2017b, Paragrafo 1.2).

2 – Modelli per capire il *modus operandi* di un Sistema Combinatorio.

2.1 – Modelli descrittivi

Per capire i fenomeni collettivi, occorre cercare di costruire un modello che rappresenti, in modo semplice e chiaro, i meccanismi operativi dei sistemi combinatori che quei fenomeni producono.

I sistemi combinatori possono essere rappresentati con modelli di tipo differente e di crescente difficoltà.

I più semplici sono i *modelli descrittivi* che indicano, in linguaggio lessicale, gli elementi fondamentali necessari per comprendere la logica operativa del sistema combinatorio, così come indicati nei paragrafi precedenti. In particolare, tali modelli devono specificare quali debbano intendersi i micro e i macro-comportamenti, l'impulso iniziale, i micro e macro-effetti, i fattori necessitanti e quelli ricombinanti; devono, soprattutto, evidenziare come agisce il feedback micro-macro; possono, da ultimo, indicare varie specie di rinforzi o di indebolimenti e le possibili forme di controllo.

Il modello di Figura 1 rappresenta la *struttura generale* di qualunque Sistema Combinatorio.

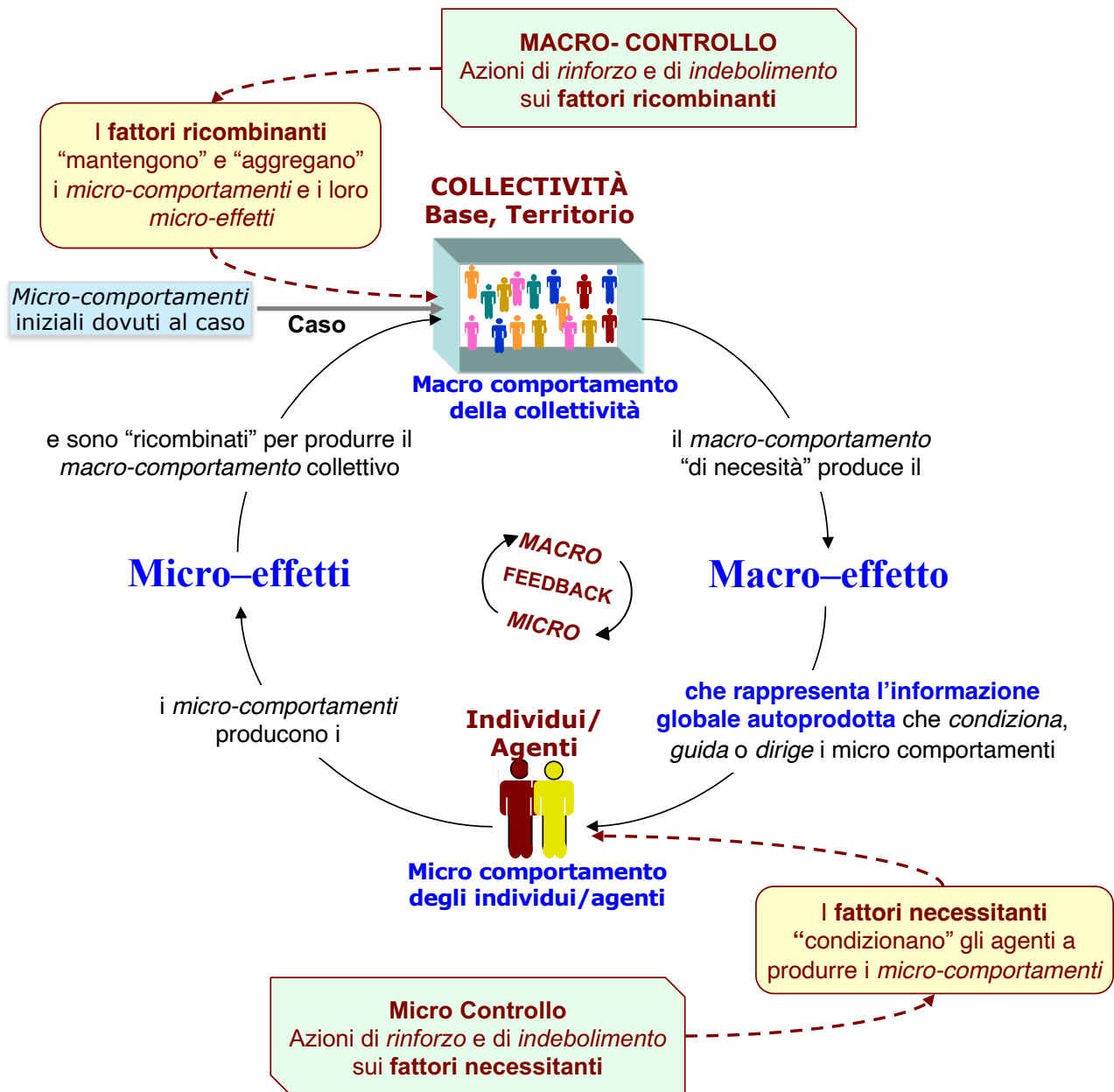


Fig. 1 – Struttura generale di un "Sistema Combinatorio"

2.2 – Modelli euristici

Più interessanti sono i *modelli euristici*, che cercano di simulare la dinamica del sistema, esplicitando – o costruendo *ad hoc* – alcune semplici *regole di funzionamento*, cui devono attenersi tanto gli *elementi della base*, per attuare il loro *micro-comportamento* –*regole micro* o *regole necessitanti* – quanto il *sistema* nel suo complesso –, *regole macro* o *regole ricombinanti*.

Le regole devono essere necessarie e sufficienti, nel senso che dalla loro congiunta azione deve generarsi il feedback micro-macro-, che consente al sistema di sviluppare la propria dinamica, producendo i fenomeni osservati. Non necessariamente i singoli elementi che formano la base devono essere consapevoli di tali regole; esse, tuttavia, devono simulare quanto possibile il *modus operandi* del sistema. Il modello euristico (così come quello verbale)

può comprendere anche un modello grafico che descriva tutti gli elementi caratteristici che giustificano il comportamento del sistema e degli agenti che lo compongono.

Il sistema che produce il brusio in un locale può, per esempio, essere rappresentato con il seguente *modello euristico* verbale che evidenzia le *regole* che danno luogo alla formazione del Sistema Combinatorio.

MODELLO EURISTICO DEL SISTEMA CHE PRODUCE IL "BRUSIO IN UN LOCALE AFFOLLATO"

MICRO-COMPORTAMENTO = FATTORE NECESSITANTE: se devi parlare e senti un brusio o un rumore di fondo, alza la voce di qualche decibel rispetto al rumore di fondo; se R è il rumore di fondo e V è l'altezza della voce, allora V si può determinare moltiplicando R per un "coefficiente di amplificazione", $v > 1$, che dipende dall'ampiezza dell'informazione posseduta dal parlante (numero di persone che devono essere raggiunte dalla voce, distanza tra i parlanti, timbro vocale, tono della conversazione, ecc.).

MACRO-COMPORTAMENTO = FATTORE RICOMBINANTE: la collettività di N agenti rende necessarie e favorisce le comunicazioni interpersonali e l'ambiente conserva il rumore; il brusio, R , è la media del livello della voce dei singoli parlanti e ha un'altezza determinata dal livello medio della voce, V , moltiplicato per un "coefficiente di rumorosità" dell'ambiente, r , tenuto conto del rapporto medio, n/N , dei parlanti, n , rispetto ai presenti, N , nonché del coefficiente, k , di "fono assorbimento" dell'ambiente (solitamente è $k \leq 1$); si può anche tenere conto di un parametro Q avente significato di "fattore di rumorosità", proveniente da fattori casuali diversi dai micro-comportamenti (suono di campane, vociare esterno all'ambiente del sistema, ecc.), che si somma alle voci dei parlanti, aumentando il brusio.

FEEDBACK MICRO-MACRO: il singolo parlante, per farsi udire, deve emettere un volume di voce più alto di quello del rumore di fondo che consegue dal macro-comportamento. Il sistema, infatti, produce un rumore di fondo in funzione dei micro-comportamenti di coloro che, per farsi udire, devono parlare con voce alta; il macro-comportamento dipende dal coefficiente di rumorosità dell'ambiente in cui il sistema opera. In un locale con acustica pessima, il coefficiente di rumorosità sarebbe superiore, cioè: $Q > 1$, e ben presto si svilupperebbe un rumore così assordante da costringere i singoli a smettere; arriverebbe così il silenzio! Se «per caso» qualcuno riprendesse a parlare, anche solo per dire «Che silenzio!», ecco che «di necessità» il rumore di fondo riprenderebbe e il sistema combinatorio ricomincerebbe a operare per l'azione incessante del *micro-macro feedback*.

CONTROLLO = AZIONI DI RINFORZO E DI INDEBOLIMENTO: il *controllo interno* è fornito dai singoli oratori, che variano i loro livelli di voce al variare del ronzio. Forme tipiche di macro-controllo esterno sono il posizionamento di pannelli fonoassorbenti sulle pareti, per ridurre l'azione del fattore ricombinante che trasforma le voci in un ronzio o tenere sotto controllo disturbi esterni a livello macro. Una forma di *micro-controllo* è l'educazione dei parlanti, che limitano il loro volume di voce, quando si accorgono di disturbare. Un'altra forma di controllo esogeno è quella di assegnare un supervisore per controllare i micro-comportamenti degli agenti nel locale (direttore di sala, usciere, bidello, docente) che, a intervalli regolari, invita i presenti a moderare

il loro livello di voce. Il suono delle campane, il rumore del traffico, ecc. rappresentano fattori esterni di disturbo che accentuano il brusio.

2.3 – Automi combinatori

Si possono, infine, costruire *modelli matematici e statistici di simulazione* che, offrendo una rappresentazione formale dei Sistemi Combinatori, consentono di simulare, anche in termini probabilistici, la *dinamica* dei macro e micro-comportamenti e/o dei macro e micro-effetti.

Tra i *modelli matematico-statistici*, particolarmente efficaci sono gli *automi combinatori* (Combinatory Automata), che rappresentano i Sistemi Combinatori in una *disposizione a matrice*, nelle cui **N** celle – per un dato istante t_h – sono rappresentati i micro-stati degli **N** agenti, $x_i(t_h)$ – con **i** che assume i valori da 1 a **N** – e/o i micro-effetti, $e_i(t_h)$, corrispondenti a tali stati individuali.

La combinazione, secondo *regole ricombinanti*, degli $x_i(t_h)$ consente di quantificare il macro-stato, $X(t_h)$, della collettività, considerata come un tutto, e/o un *macro-effetto globale*, $E(t_h)$. Il macro-stato $X(t_h)$, quando percepibile dagli agenti, o, più spesso, il macro-effetto, $E(t_h)$, possono essere interpretati come l'informazione globale autoprodotta, sulla cui base gli agenti determinano il loro nuovo micro-stato, $x_i(t_{h+1})$, da cui deriva il nuovo macro-stato, $X(t_{h+1})$, congiuntamente con i micro e macro-effetti.

La Figura 2 evidenzia la logica di un generico automa combinatorio.

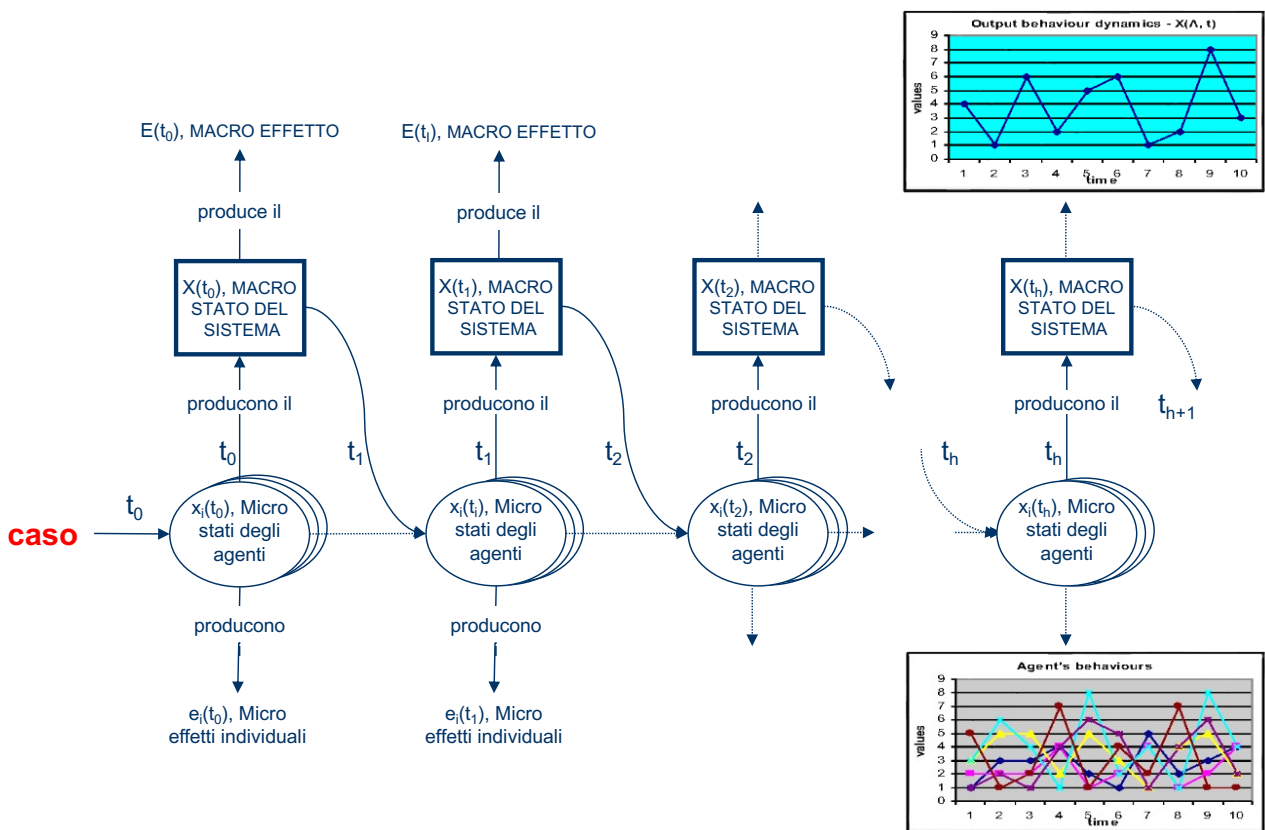


Fig. 2 – Modello di dinamica di un automa combinatorio

Gli automi combinatori consentono di determinare la dinamica delle variabili micro e macro che definiscono i comportamenti del sistema, come meglio specificato nel modello di Figura 3,

che evidenzia come il *feedback micro-macro* – il “motore” dei Sistemi Combinatori – congiunga le micro e le macro-dinamiche, prodotte, rispettivamente, dagli agenti e dalla collettività.

Macro comportamento = dinamica degli stati della collettività

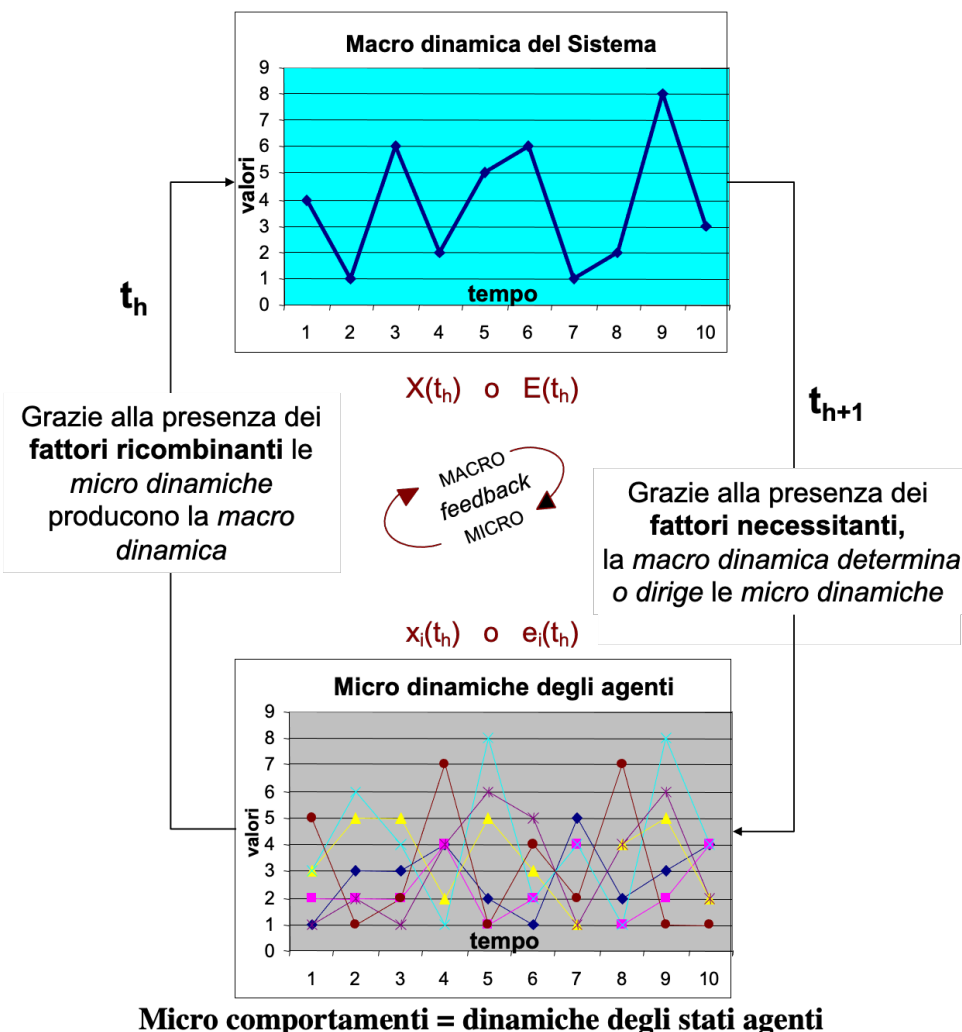


Fig. 3 – Interazione tra micro-dinamiche degli agenti e macro-dinamica della collettività

La Figura 4 evidenzia i risultati dell’Automa Combinatorio probabilistico, tramite il quale si è attuata la simulazione di un Sistema (di 20 agenti), che produce e mantiene il *brusio/ronzio* in uno spazio chiuso, già descritto al Paragrafo 1.2.

Nota. Un Automa Combinatorio probabilistico generale, per simulare la dinamica dei Sistemi Combinatori di Miglioramento e Progresso, è stato formalizzato in Mella, 2017b, al Paragrafo 3.6.1 e segg., con l’evidenza di alcune conformazioni alternative che l’Automa può presentare. Quello di Figura 4, ad esempio, è un tipico *automa combinatorio* “mediale” in quanto i valori che rappresentano il macro-effetto (*brusio*) sono determinati come media (con rettifiche) dei valori che indicano i micro-effetti (livelli di voce dei singoli parlanti).

3 – Cinque tipi di Sistemi Combinatori

Malgrado le differenze specifiche tra gli agenti che compongono le collettività, è possibile riconoscere cinque classi rilevanti di Sistemi Combinatori, che si distinguono in relazione al tipo di comportamento macro esibito e/o all’effetto macro prodotto:

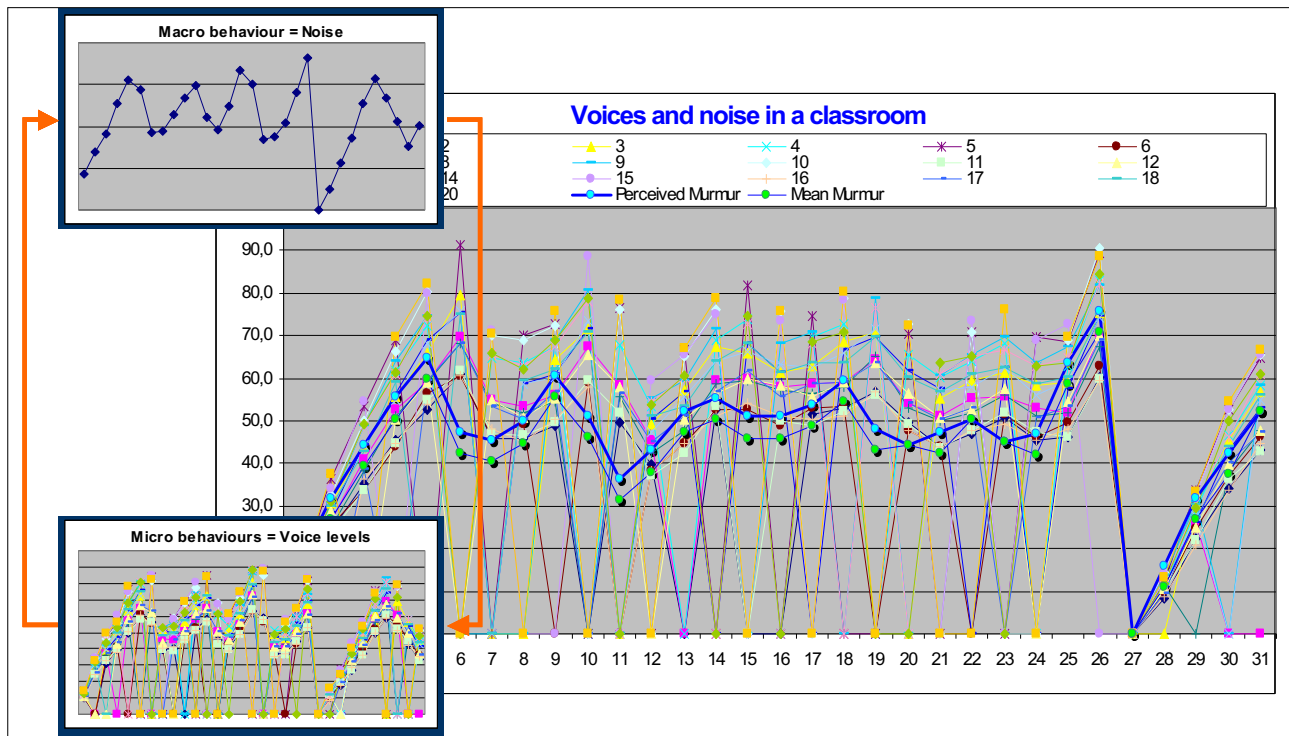


Fig. 4 – Automa Combinatorio che simula il sistema del brusio/ronzio che si forma in uno spazio chiuso (riferimento: Paragrafo 1.2)

1. Sistemi di ACCUMULAZIONE, il cui macro-comportamento porta a un macro-effetto, che viene percepito come l'“accumulo” di oggetti, di comportamenti, o di effetti di qualche tipo. La logica si applica a una gamma piuttosto diversificata di fenomeni sociali, tra i quali la formazione di cluster *urbani* – raggruppamento di negozi dello stesso tipo nella stessa strada –, o *industriali* con unità produttive di tipo analogo – i distretti industriali –, l'accumulo di immondizia, nelle strade e nelle piazze, nonché la formazione di nuvole di graffiti e scritte sui muri.

2. Sistemi di DIFFUSIONE, il cui macro-effetto è la “diffusione” di un tratto, una particolarità, o uno "stato", da un numero limitato a un numero superiore di elementi del sistema. Questi sistemi spiegano una gamma piuttosto diversificata di fenomeni sociali: dalla diffusione di una moda a quella delle epidemie e delle droghe; dall'aspetto dei monumenti dello stesso tipo nello stesso luogo (le torri di Pavia, per esempio) alla diffusione e al mantenimento di una lingua madre o di una seconda lingua.

3. Sistemi di INSEGUIMENTO, che producono un comportamento che consiste in un graduale spostamento “del sistema” verso stati sempre più avanzati, come se il sistema/collettività stesse perseguendo un obiettivo suo proprio, producendo stati sempre più avanzati. Questo modello può rappresentare una gamma piuttosto ampia di comportamenti sociali: la ricerca di record di tutti i tipi e il superamento di limiti; la formazione di un ronzio in luoghi affollati; l'inizio di faide e guerre tribali fino all'escalation militare in guerre che possono durare decine di anni.

4. Sistemi di ORDINE, che producono un macro-comportamento, percepito come il raggiungimento e il mantenimento di una disposizione ordinata tra gli elementi che formano il sistema, producendo e rinforzando un macro-effetto visibile. La logica di questi sistemi può consentire di interpretare un gran numero di fenomeni collettivi: dalla formazione spontanea

(per un osservatore) di dinamiche ordinate in luoghi affollati (sale da ballo, piscine, strade cittadine, ecc.) a quella di gruppi che procedono in modo unitario (mandrie, stormi di uccelli, folle, ecc.); dalla creazione di sentieri nei campi, avvallamenti e "ormae" su strade asfaltate e successioni di buche in strade sterrate, alla disposizione ordinata, e spesso artificiale, di individui (onda da stadio, ballerine del Can-Can, militari che sfilano in parata, falange macedone). I sistemi d'ordine possono anche interpretare il comportamento di insetti, tipicamente formiche, che agiscono creando un "campo potenziale aromatico", diffondendo "feromoni" o altri messaggi permanenti: la crescente concentrazione di "feromoni" (informazione globale o macro) aumenta la probabilità che i singoli individui si muovano nella direzione indicata dal "campo aromatico", distribuendo essi stessi i "feromoni" che rinforzano l'informazione globale.

5. Sistemi di MIGLIORAMENTO E PROGRESSO, il cui effetto è quello di produrre *progresso* nello stato generale di una collettività come conseguenza della ricerca del miglioramento individuale degli agenti, tanto che si può arrivare ad affermare l'esistenza di una vera e propria "legge (metafisica) del progresso" (*postea*, Paragrafo 11) che si osserva nei sistemi combinatori biologici e, soprattutto, sociali.

La sezione seguente si concentrerà sulla classe dei Sistemi di *Miglioramento e Progresso*.

4 – Framework teorico dei Sistemi Combinatori di Miglioramento e di Progresso

Un sistema combinatorio molto speciale e importante è quello che può essere denominato Sistema Combinatorio di Miglioramento e Progresso, poiché il suo macro-effetto è quello di produrre "progresso", inteso come un *miglioramento dello stato generale* di una collettività che si raggiunge attraverso il *miglioramento individuale*. Questi sistemi possono essere classificati come appartenenti a diverse classi, tra quelle sopra menzionate al Paragrafo 3, ma ritengo opportuno descriverli come sistemi autonomi per la particolare rilevanza della loro azione nelle collettività sociali. I miglioramenti individuali aumentano il valore del parametro che misura il *livello del progresso collettivo*, che rappresenta l'informazione globale che porta gli "agenti" a percepire gap positivi e negativi, rispetto al livello del miglioramento individuale, così da spingerli, guidarli, dirigerli a migliorare i loro micro-comportamenti, al fine di *aumentare* i gap, se positivi, o ridurli/eliminarli, se negativi.

Questi sistemi, oltre che essere potenti, sono alquanto diffusi. L'economia, per esempio, considerata come un tipico Sistema Combinatorio di Miglioramento e Progresso, fu teorizzata per la prima volta da Adam Smith che interpretava il "progresso" come fenomeno di diffusione della "ricchezza" prodotta dagli agenti economici per il proprio interesse personale:

Every individual is continually exerting himself to find out the most advantageous employment of whatever capital he can command. It is his own advantage [individual improvement], indeed, and not that of the society, which he has in view. But the study of his own advantage naturally, or rather necessarily leads him to prefer that employment which is most advantageous to society [necessitating factor]. He generally, indeed, neither intends to promote the public interest nor knows how much he is promoting it. By preferring the support of domestic to that of foreign industry, he intends only his own security [limited information]; and by directing that industry in such a manner as its produce may be of the greatest value [micro effect], he intends only his own gain, and he is in this, as in many other cases, led by an invisible hand [micro-macro feedback] to promote an end which was no part

of his intention [recombining factor]. Nor is it always the worse for the society that it was no part of it. By pursuing his own interest [individual improvement], he frequently promotes that of the society [collective progress] more effectually than when he really intends to promote it. I have never known much good done by those who affected to trade for the public good. It is an affectation, indeed, not very common among merchants, and very few words need be employed in dissuading them from it (Adam Smith, 1776) [le parentesi quadre sono state aggiunte da me].

Più incisivo è stato Ludwig von Mises, che descrisse chiaramente l'idea di "progresso" come l'effetto del "fatto che le persone sono motivate dall'impulso di migliorare le condizioni materiali della loro esistenza".

Eighteenth-century social philosophy was convinced that mankind has now finally entered the age of reason. While in the past theological and metaphysical errors were dominant, henceforth reason will be supreme. People will free themselves more and more from the chains of tradition and superstition and will dedicate all their efforts to the continuous improvement of social institutions. Every new generation will contribute its part to this glorious task. With the progress of time society will more and more become the society of free men, aiming at the greatest happiness of the greatest number (von Mises, 1998, p. 192).

The term progress is nonsensical when applied to cosmic events or to a comprehensive world view. We have no information about the plans of the prime mover. But it is different with its use in the frame of ideological doctrine. The immense majority strives after a greater and better supply of food, clothes, homes, and other material amenities. In calling a rise in the masses' standard of living progress and improvement, economists do not espouse a mean materialism. They simply establish the fact that people are motivated by the urge to improve the material conditions of their existence. They judge policies from the point of view of the aims men want to attain. He who disdains the fall in infant mortality and the gradual disappearance of famines and plagues may cast the first stone upon the materialism of the economists (*ibidem*, p. 193).

Nei sistemi sociali, i Sistemi di Miglioramento e Progresso conducono di fatto alla genesi delle istituzioni (Caldas & Coelho, 1999).

Nelle scienze della vita, possiamo assumere l'ipotesi che gli uomini tendano naturalmente al miglioramento individuale e al progresso collettivo, come affermato nella teoria delle opzioni di Gould (2000, 2001).

After testing many pathways to account for human peculiarity, we arrive at an unusual principle. Humans appeared to evolve along a fitness pathway that maximized the options of behavior for the least cost to adapt. [...] The suggestion here is to examine the issues not with answers, but a way to ask questions. If we study an attribute of human physiology or behavior and ask 'why did it evolve this way?' we might ask that forever. But if we ask, 'how would evolving this way maximize options?' we see old problems from a fresh perspective (Gould 2001, online).

I Sistemi di Miglioramento e Progresso possono essere, in generale, rappresentati dal seguente modello euristico e dal modello grafico di Figura 5.

MODELLO EURISTICO DEL SISTEMA CHE PRODUCE "MIGLIORAMENTO E PROGRESSO"

MICRO- COMPORAMENTO = FATTORE NECESSITANTE: se percepisci che il livello del tuo parametro di *miglioramento* (da specificare a livello individuale) è inferiore al livello del parametro di *progresso* del sistema (da specificare a livello collettivo) – se cioè,

c'è un *divario negativo* (gap) tra il tuo stato e quello che percepisci negli altri – e, per vari motivi, non vuoi/puoi “rimanere indietro” (fattori necessitanti), cerca di *migliorare* il tuo micro-comportamento, per ridurre il divario e, se possibile, raggiungere un *gap positivo*; se percepisci che c'è un *gap positivo*, non fare nulla, o cerca di *migliorare* ulteriormente al fine di aumentare il divario favorevole.

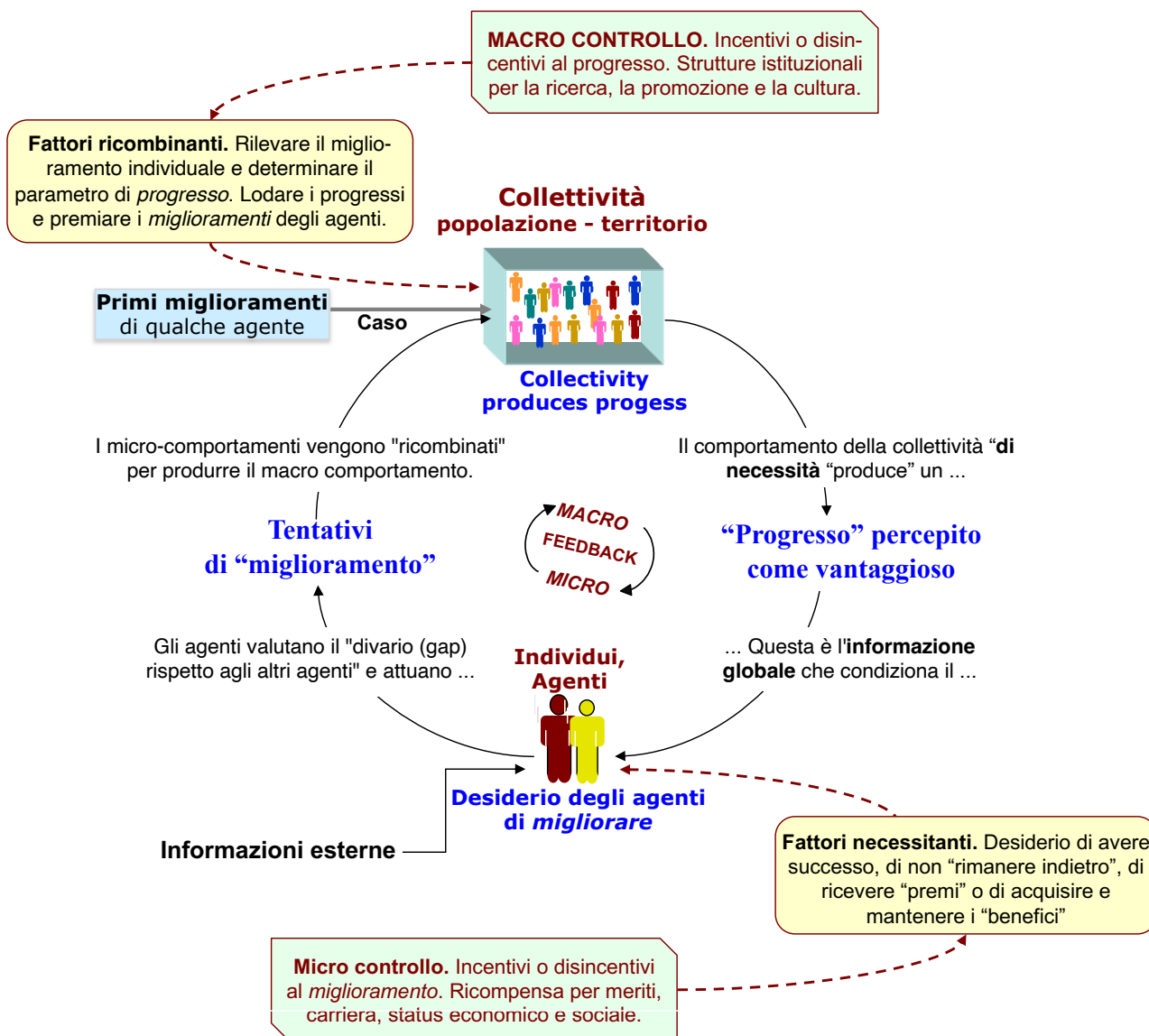


Fig. 5 – Modello grafico generale dei sistemi di "Miglioramento e Progresso"

MACRO- COMPORAMENTO = FATTORE RICOMBINANTE: la presenza di fattori ricombinanti induce il sistema/collettività a rilevare i miglioramenti dei singoli agenti e a determinare il *parametro di progresso collettivo* come combinazione (secondo le forme più appropriate per la natura del fenomeno) delle singole misure di *miglioramento individuale*.

Nei paragrafi che seguono descriverò alcuni tipici esempi di Sistemi Combinatori di Miglioramento e Progresso, che possono guidare il lettore a osservare la realtà attraverso questo modello.

5 – Sistema "Battere il Record"

Un record, in qualsiasi categoria sportiva, determina il "migliore in assoluto" in qualunque ambiente si gareggi (palestra, città, provincia, regione, nazione, mondo, Olimpiade). Anche se Pierre De Coubertin affermava che *"l'importante non è vincere ma partecipare"*, chi gareggia non si accontenta di eguagliare semplicemente il record (l'obiettivo), ma fa tutto il possibile per eliminare il "gap" e battere il record, poiché quest'ultimo, in qualsiasi disciplina sportiva scegliamo, rappresenta l'informazione globale che identifica il massimo "progresso" nella disciplina medesima e incorona "il migliore in assoluto".

Quando lo sforzo di migliorare i propri limiti è attuato, nel tempo, da una moltitudine di concorrenti, il record viene gradualmente migliorato, aumentando così il livello delle performance individuali che i singoli concorrenti devono raggiungere. I tentativi di migliorare i record motivano sempre più atleti a prendere parte alle competizioni, il che porta anche al miglioramento continuo della loro "prestazione media" in modo che, dopo un periodo più o meno lungo, a partire da quando è stato stabilito il primo record, la prestazione media dei concorrenti raggiunge un livello sempre più alto, finché un atleta fa "progredire il record".

Oggi è normale che anche l'ultimo classificato nello sprint nazionale dei 100 metri piani abbia un tempo migliore del detentore del record mondiale di 30 anni fa; ricordo che la medaglia d'oro, Thomas Burke (USA), ha vinto le Olimpiadi del 1896 con un tempo di 12 s; l'attuale record del mondo femminile è detenuto da Florence Griffith (USA) con il tempo di 10.49 s nel 1988.

Il fenomeno dell'inseguimento di un record e il tentativo di batterlo rappresenta un tipico esempio di Sistema Combinatorio di miglioramento individuale (singole performance) e progresso collettivo (record).

Di fatto, l'innalzamento della performance media nelle competizioni, alla ricerca del superamento di un record (macro-effetto), è "causato" dai risultati (micro-effetti) ottenuti dagli atleti in gara (micro-comportamenti), che diffondono l'attività agonistica generale (macro-comportamento) e spingono alla creazione di strutture idonee a formare gli atleti. A sua volta, l'impegno individuale è condizionato dal prestigio del record, dai benefici ottenibili da chi lo raggiunge, nonché dalla cultura sportiva (sport nelle scuole) e dalla disponibilità di idonee strutture.

Spesso lo sport nasce *"per caso"* (ad esempio, tennis, polo, braccio di ferro, windsurf, snowboard, sfilata di carri allegorici, ecc.). Se le competizioni locali non sono soddisfacenti, nessuno vorrà partecipare e lo sport perderà seguaci (si pensi al destino degli sport cosiddetti "minori", come la lotta greco-romana, il tiro alla fune, e altri ancora.). Tuttavia, se il numero di competizioni e partecipanti supera il numero minimo per l'attivazione del *micro-macro feedback*, il record viene riconosciuto e premiato, aumenta il desiderio di stabilire il record e iniziano i tentativi di migliorare i risultati esistenti. Il record, quindi, *"di necessità"* condiziona i micro-comportamenti; se il detentore del record viene lodato e acquista prestigio, se la vittoria porta a considerevoli premi monetari, allora il sistema viene "rinforzato" dall'aumento del livello di gratificazione. Se l'ottenimento del record ha causato incidenti, con danni individuali e vittime, se il costo delle competizioni diventa sempre più alto e il tipo di attrezzature impiegate viene giudicato "non sostenibile", è probabile che i tentativi di miglioramento subiscano un "indebolimento".

La Figura 6 espone il modello grafico del Sistema di Miglioramento e Progresso che porta a un progressivo innalzamento dei record, mentre il seguente modello euristico ne descrive la logica operativa

MODELLO EURISTICO DEL SISTEMA "BATTERE IL RECORD"

MICRO-COMPORTAMENTO = FATTORE NECESSITANTE: se c'è un record e vuoi distinguerti, se vuoi dimostrare di essere "il" migliore, allora devi (senti la necessità di) competere per vincere nelle gare e battere il record; la partecipazione alle competizioni ti farà onore e, in caso di vittoria, ti verrà assegnato un premio.

MACRO-COMPORTAMENTO = FATTORE RICOMBINANTE: il record è tenuto in considerazione dalla collettività che favorisce l'attività agonistica (ricombinazione dei micro-comportamenti); il tentativo generale di battere il record aumenta la "voglia di record" e migliora le prestazioni medie; quindi, per competere con successo, è necessario un allenamento più intenso degli agenti che praticano lo sport; ciò porta a un aumento del livello medio di qualità della competizione e, prima o poi, al miglioramento del record.

MICRO-MACRO FEEDBACK. CASO E NECESSITÀ: il miglioramento del record e l'aumento delle prestazioni medie nelle competizioni sono "causati" dall'impegno e dai risultati degli atleti che, a loro volta, sono condizionati dal record da battere; il primo record nasce "per caso"; quando viene raggiunto un numero minimo di atleti interessati a gareggiare, il record è mantenuto "per necessità" fintanto che è giudicato favorevolmente dalla collettività.

CONTROLLO = AZIONI DI RINFORZO E DI INDEBOLIMENTO: se l'onore è riconosciuto al detentore del record e se la vittoria porta con sé un considerevole premio in denaro, allora il sistema è rafforzato, a causa dell'aumento della gratificazione. Se le gare e i tentativi di record provocano incidenti, allora c'è un indebolimento nell'agonismo. Un altro fattore di indebolimento riguarda il costo delle competizioni: più questo è alto, più difficile diventa la ricerca del record. I fattori di controllo del sistema sono rappresentati dalla pubblicità riguardante il record e dalla creazione di luoghi (palestre, pedane, piscine, ecc.) in cui l'attività sportiva può essere praticata. Un tipico intervento di micro-controllo è rappresentato dalla diffusione di una cultura sportiva favorevole.

Il modello presentato si applica agli sport i cui risultati sono determinati su una scala quantitativa (tempo, distanza, peso, ecc.) che specifica a tramanda nel tempo la misura del record raggiunto.

Molti sport non presentano tale caratteristica, ma gli atleti si impegnano in prestazioni valutate qualitativamente, con punteggi attribuiti da "giudici" specifici che cambiano nel tempo e di gara in gara (tennis, ginnastica, lotta, calcio, hockey, ciclismo, automobilismo, tanto per ricordarne alcuni). Il modello di Figura 6 si applica anche a questi sport, identificando il "record" come "numero di vittorie" conseguite dagli atleti nella propria carriera o dalle squadre. Wikipedia, per esempio, alla voce "*Sportivi con il maggior numero di medaglie olimpiche*", riporta:

Il nuotatore statunitense Michael Phelps è lo sportivo più medagliato con 28 medaglie, record battuto inizialmente ai Giochi olimpici di Londra 2012 e poi migliorato a Rio de Janeiro 2016, con cui migliorò il precedente primato della ginnasta sovietica Larisa Latynina (18 medaglie). La sciatrice Marit Bjørgen è invece la più medagliata ai Giochi invernali con 15 medaglie. Phelps detiene anche il record di medaglie individuali (16) e condivide con il ginnasta sovietico Aleksandr Dityatin quello del maggior numero di medaglie ottenute in una singola edizione.

Lo sportivo più medagliato in una singola specialità individuale è invece l'italiano Armin Zöggeler, che ha ottenuto nello slittino 6 medaglie olimpiche dal 1994 a [2014](#).

Sempre su Wikipedia, alla voce "*Statistiche di Formula 1*" sono indicate numerose specie di record attribuibili ai piloti e alle case automobilistiche in termini di numero di gare, di vittorie, e così via.

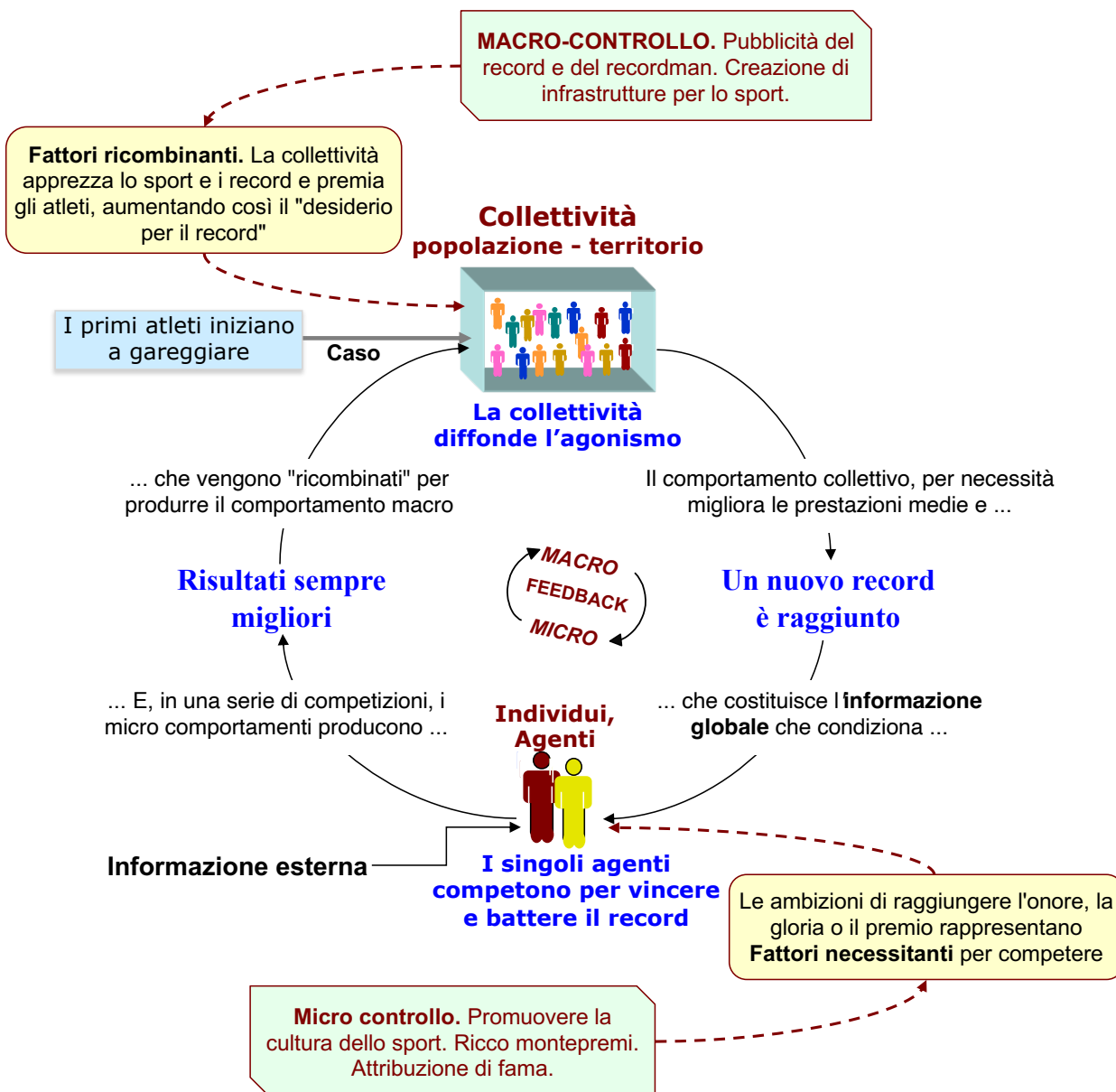


Fig. 6 – Modello grafico del sistema "Battere il Record"

6 – Sistema della "Produttività crescente"

La produttività è l'efficienza dell'uomo nel produrre e può essere osservata a livello del singolo produttore (di solito un'impresa o una divisione) o con riferimento a un settore, a una regione, o al sistema economico generale (Mella, 2018a). A livello *aziendale*, il grado di produttività media è misurato dal *rapporto* tra la *quantità di produzione ottenuta* da un certo processo produttivo (o il tempo per ottenerla) e la *quantità di lavoro impiegato* in quel processo, in un dato periodo di osservazione; o anche dal *rapporto inverso*, che indica il *fabbisogno medio di manodopera per unità di*

prodotto. A livello territoriale o con riferimento al settore economico, molte statistiche presentano i dati della produttività come rapporto tra PIL e numero di ore lavorate; questo dato non è indicativo dell'efficienza produttiva nei processi aziendali, perché il PIL risente di fattori, come il capitale e le rendite, che lo incrementano pur con limitato impiego di lavoro. In ogni caso, è evidente che alcuni sistemi economici godono di un livello di produttività molto elevato, rispetto ad altri in cui la produttività media è piuttosto bassa, come si legge nei dati evidenziati, per es. in TRADING ECONOMICS (online).

Ma una cosa è certa: quando in un sistema economico è possibile la concorrenza tra i produttori, la produttività media – sia a livello aziendale sia a livello di sistema – aumenta continuamente e diventa inarrestabile. Quando la produttività cresce in una data impresa o in un dato settore, anche la produttività media delle altre imprese e degli altri sistemi economici mostra una tendenza all'espansione, anche se a tassi di crescita non uniformi. Benché vari, i “driver (o fattori) della produttività” possono essere distinti in alcune categorie – sebbene interagiscano, devono essere tenute separate, per facilitare la nostra osservazione – che derivano dal famoso esempio di Adam Smith della fabbricazione di *spilli*, con il quale venivano evidenziati i vantaggi sulla produttività provenienti dalla divisione del lavoro.

This great increase in the quantity of work, which, in consequence of the division of labor, the same number of people are capable of performing, is owing to three different circumstances; first, to the increase of dexterity in every particular workman; secondly, to the saving of the time which is commonly lost in passing from one species of work to another; and lastly, to the invention of a great number of machines which facilitate and abridge labour, and enable one man to do the work of many» (Adam Smith, 1776, p. 5).

Generalizzando Adam Smith, ritengo utile distinguere i “driver della produttività” nelle seguenti classi (Mella, 2018b):

A. *Driver passivi*: aumentano la produzione ottenuta a parità di unità di lavoro applicate alla produzione. Questi driver sono collegati alla “fertilità” in tutte le sue forme: la fertilità della terra, dell'acqua, del sottosuolo, delle sementi selezionate; fertilità naturale (le rive del Nilo), o artificiale (terreni dissodati, irrigati e fertilizzati).

B. *Driver attivi*: riducono la quantità di lavoro necessaria per produrre con la fertilità mantenuta costante; ci sono tre tipi di driver attivi di produttività: Abilità, Attrezzature e Specializzazione.

C. *Driver endogeni o psicologici*: queste sono le condizioni psicologiche che portano l'uomo a rendere più intenso e qualificato il suo lavoro a una determinata organizzazione; questi driver possono essere suddivisi in Motivazione e Soddisfazione.

D. *Driver esogeni, o di sistema*, così chiamati perché coinvolgono l'organizzazione dei sistemi produttivi, l'ambiente in cui il lavoro viene svolto e, in ultima analisi, le politiche aziendali in materia di aumento della produttività. Tra i più importanti ricordo i seguenti (Schmitz, 2005): Meccanizzazione sempre più spinta e sofisticata, Sistemi di controllo automatico on-line per i processi e uso sempre più intenso di Sistemi informatici e di Intelligenza artificiale. La meccanizzazione è iniziata con le origini dell'uomo stesso, con la naturale capacità creativa dell'operaio di produrre attrezzature, capacità successivamente trasmessa all'organizzazione come sistema unitario.

Negli ultimi anni, questo processo ha subito un'accelerazione che ha portato all'informatizzazione diffusa, all'impiego della robotica in ogni processo, nonché ai fattori

dell'ambiente di lavoro: ergonomia, sistemi informativi avanzati e dematerializzazione, standardizzazione e utilizzo di nuovi materiali, aumento della velocità dei processi (Demartini e Mella, 2011), razionalizzazione della logistica e della movimentazione dei materiali (Bowersox *et al.*, 2005), fino al progresso della ricerca scientifica e tecnologica, in particolare lo sviluppo di sistemi di approvvigionamento e di utilizzo produttivo dell'energia, come magistralmente dimostrato da Carlo Cipolla in *The Economic History of World Population* (1962).

La sfida principale per le economie sviluppate sarà quella di potenziare i *driver endogeni* della produttività; cioè, motivare e soddisfare i lavoratori (Baumol *et al.*, 1989). Certamente il problema per il futuro (che già oggi è diventato un punto cruciale) sarà quello di migliorare la produttività attraverso la "qualità" sia dei prodotti, sia delle condizioni di lavoro (*postea*, Paragrafo 9).

Il miglioramento della produttività aumenta il *benessere*, come possiamo osservare non solo nella diffusione e nell'accumulo di ricchezza tra i consumatori ma anche, e forse soprattutto, nella graduale riduzione dei tempi di lavoro e nel miglioramento delle condizioni del lavoratore (Blank & Shapiro, 2001).

Se consideriamo il livello della produttività come un *parametro di progresso*, si può avanzare la seguente IPOTESI DELLA PRODUTTIVITÀ CRESCENTE: la rete delle imprese produttive (Mella, 2019) tende a raggiungere una produttività sempre maggiore, ma è essa stessa governata dal continuo aumento della produttività (e della qualità), seguendo un tipico *micro-macro feedback* di un particolare Sistema Combinatorio.

Supponiamo che in un dato ambiente operino diversi produttori che fabbricano beni direttamente o indirettamente sostitutivi; se "*per caso*" uno di questi dovesse aumentare la sua produttività media – riducendo i costi medi unitari di produzione –, creerebbe vantaggi per sé e una minaccia per i competitor, poiché incrementerebbe i profitti, con maggiori investimenti, e attirerebbe clienti, riducendo il prezzo di vendita.

Per sopravvivere nell'"arena economica", gli altri produttori saranno "*di necessità*" costretti ad aumentare la loro produttività in un tipico feedback del sistema combinatorio. Il risultato di questi micro-comportamenti è l'aumento della produttività media del sistema, che denota *progresso economico*, un aumento che diventa continuo, a causa della concorrenza incessante tra i produttori e della necessità, per ogni produttore, di mantenere margini di profitto sufficienti per rimanere in attività.

Se "*per caso*" un produttore introducesse una nuova invenzione tecnologica o informatica – ad esempio, i *robot* per la produzione, le *stampanti 3D*, i *sistemi di visione*, le *fibre ottiche*, i sistemi interattivi guidati dall'*intelligenza artificiale* –, allora il Sistema Combinatorio garantirebbe "*di necessità*" la diffusione in tutti i settori dell'adozione di quelle o di analoghe invenzioni.

L'aumento della produttività media a livello del sistema produttivo – cioè il *PROGRESSO* nell'efficienza del produrre – è il macro-effetto risultante dalla combinazione di micro-comportamenti individuali, volti al *MIGLIORAMENTO* della produttività aziendale e alla costante ricerca di nuovi fattori di produttività (micro-effetti). La "storia" dell'umanità può essere "letta" come la storia dell'aumento della produttività, cioè dell'avvio e dell'azione del sistema combinatorio che stiamo osservando, che può essere descritto dal seguente modello euristico e dalla Figura 7.

MODELLO EURISTICO DEL SISTEMA "PRODUTTIVITÀ CRESCENTE"

MICRO-COMPORTAMENTO = FATTORE NECESSITANTE: se sei un imprenditore e il tuo profitto unitario diminuisce – e non puoi influenzare il prezzo di vendita –, allora, se

vuoi rimanere nel sistema economico come produttore, devi ridurre il tuo costo unitario medio di produzione, aumentando la produttività a un livello uguale o superiore al livello medio degli altri produttori con cui sei in competizione, potenziando qualche fattore di produttività. Ciò ti consentirà anche di ridurre i prezzi per contrastare la concorrenza.

MACRO- COMPORAMENTO = FATTORE RICOMBINANTE: l'introduzione generalizzata di qualche fattore di produttività migliora il livello medio di produttività del sistema, riducendo i vantaggi del singolo produttore; i produttori cercano di eguagliare – o preferibilmente superare – il livello medio di produttività del sistema.

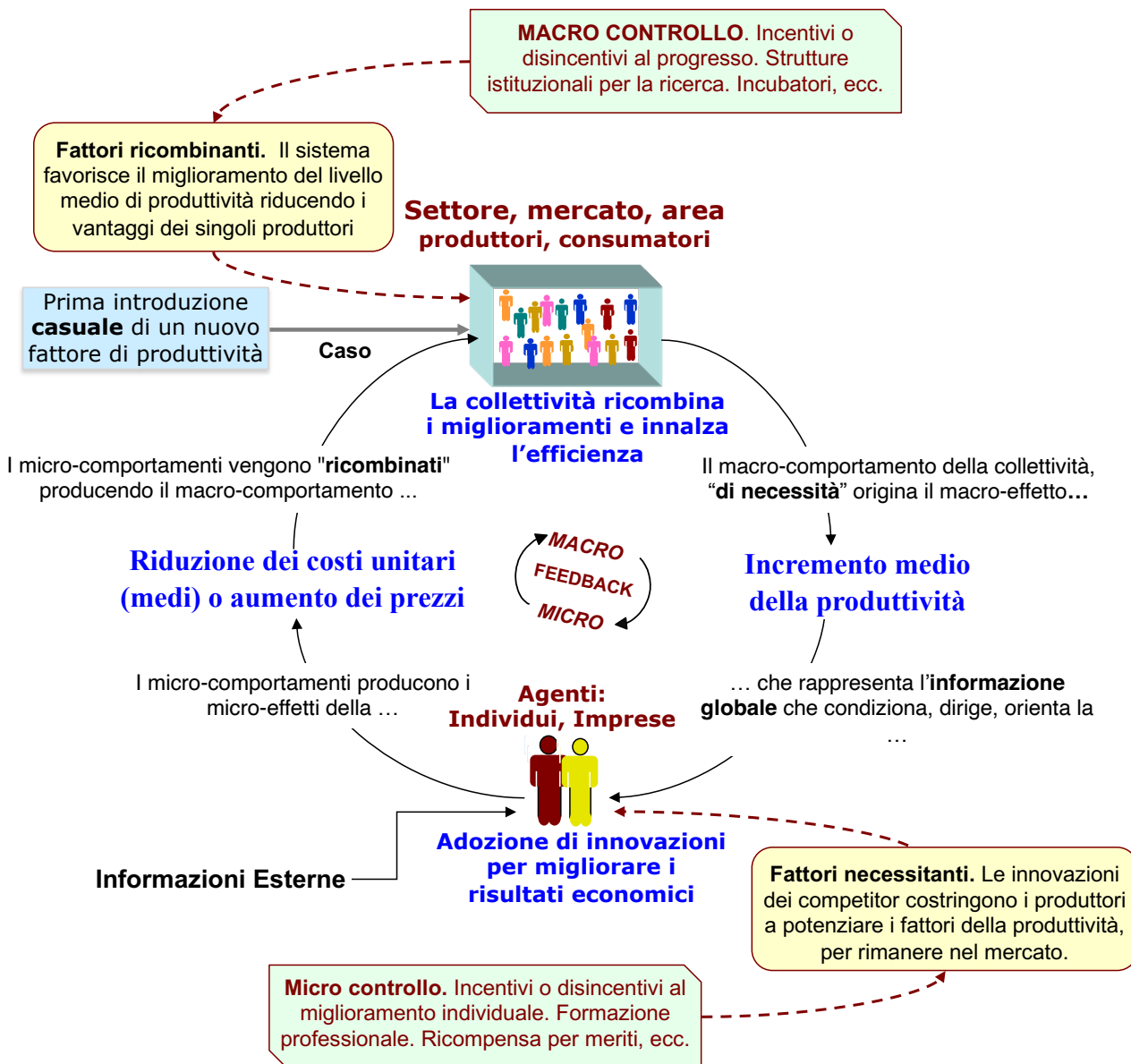


Fig.7 – Modello grafico del sistema “Produttività crescente”

FEEDBACK MICRO-MACRO. CASO E NECESSITÀ: il macro-effetto dell'aumento del livello medio di produttività del sistema produttivo è il risultato di passati micro-comportamenti, ma esso condiziona anche la ricerca di nuovi fattori di produttività da parte dei singoli produttori. Un'innovazione produttiva – o, più in generale, un

nuovo fattore di produttività – viene introdotta o utilizzata "per caso", ma il nuovo fattore di produttività, cui il produttore ricorre, ha un effetto sui costi di produzione (e spesso anche sul prezzo), costringendo gli altri produttori a trovare "di necessità" fattori simili, spesso semplicemente imitando l'innovazione (e tutti sappiamo dello spionaggio industriale), altre volte, con un'innovazione sostitutiva.

CONTROLLO = AZIONI DI RINFORZO E DI INDEBOLIMENTO: incentivi all'innovazione, presenza di centri di ricerca specializzati, "incubatori" di imprese, elevata motivazione al profitto sono alcuni tra i molti esempi di fattori di rinforzo del sistema; condizioni di monopolio e scarsa consapevolezza dei consumatori sono, invece, esempi di fattori di indebolimento del sistema. Il macro-controllo può essere esercitato attraverso norme che favoriscono o inibiscono l'introduzione di innovazioni, o attraverso misure che interessano il sistema educativo del paese da cui le imprese traggono le loro risorse umane. Il micro-controllo, invece, agisce sui singoli produttori attraverso vari tipi di incentivi, agevolazioni, aiuti.

7 – Sistema "Qualità crescente"

Un sistema combinatorio veramente importante, che opera in modo simile a quello del "Sistema della Produttività Crescente" e porta al progresso nel modo di produrre e utilizzare i beni ottenuti, è quello che opera innalzando nel tempo la *qualità* dei beni prodotti. Il concetto di *qualità* non è facile da definire; è "sfuggente", e la sua comprensione è normalmente lasciata all'intuizione. Diversi studiosi hanno proposto di rinunciare al tentativo di definire con precisione il concetto, considerandolo come una nozione intuitiva, non definibile, quasi primitiva, filosofica, persino metafisica (Pirsig, 1974), derivata dai concetti di differenziazione, eccellenza, perfezione e coerenza.

Propongo di identificare tre nozioni distinte, sebbene collegate, che riassumono la maggior parte delle definizioni trovate in letteratura e ci permettono di concentrarci sulla qualità da una triplice prospettiva: il cliente, il prodotto e l'ambiente: *qualità funzionale, progettuale e ambientale* (Mella 2018b, 2021, Capitolo 10).

A. La qualità funzionale (o di mercato, o d'uso) definisce l'insieme delle caratteristiche che, dal punto di vista del consumatore/cliente, rendono il prodotto idoneo *all'uso*, in grado, cioè, di soddisfare una specifica *funzione di uso o di utilità* del bene o del servizio, tenendo conto di uno standard di *affidabilità* desiderato (il prodotto deve prevedere un utilizzo che non venga interrotto a causa di imperfezioni e mancanza di *sicurezza*).

B. La qualità progettuale (o intrinseca, o produttiva) è l'insieme delle caratteristiche che, dal punto di vista interno (in termini di processi produttivi), rendono tutte le *unità di prodotto* conformi a uno *standard* di riferimento (prototipo, campione, modello, design). Queste forme di qualità si riferiscono non tanto al prodotto, quanto alla *produzione*; cioè ai flussi di unità produttive ottenuti in un dato processo.

C. La qualità ambientale (o di contesto) è l'insieme delle caratteristiche che, dal punto di vista dell'impatto esterno, rendono il prodotto compatibile con l'ambiente, sia in termini di inquinamento, smaltimento dei rifiuti, rischi ambientali, sia di idoneità all'"immissione" nel contesto ambientale

Queste nozioni di qualità arrivano a definire i *prodotti di qualità* come adatti a uno scopo: "One

of the possible criteria for establishing whether or not a unit meets quality, is the accordance to what is seen to be the goal of the unit" (Campbell & Rozsnyai, 2002, p. 132). *"Fitness for purpose sees quality as fulfilling a customer's requirements, needs or desires"* (Harvey & Green, 1993).

La "qualità", unitamente alla "produttività", è un elemento essenziale per giudicare l'efficienza e l'efficacia di un processo produttivo di beni materiali, o di servizi e diventa un obiettivo fondamentale nelle strategie di produzione e vendita di ogni azienda (Mella, 2022, Par. 10). Ogni miglioramento della qualità del suo prodotto offre al produttore un *vantaggio competitivo temporaneo*, che dura fino a quando il miglioramento qualitativo non viene annullato dagli effetti imitatori degli altri produttori. La storia dell'umanità – come possiamo osservare da una semplice "lettura" dell'ambiente economico e tecnologico in cui viviamo – non appare come la storia solo dell'aumento della "produttività", ma anche del *miglioramento continuo* della qualità dei beni e dei servizi prodotti.

È sufficiente considerare la "storia" recente dell'automobile, delle armi, dei computer o degli smartphone, per apprezzare la rapidità del progresso qualitativo del loro *design* e delle loro *prestazioni*.

La logica dei Sistemi Combinatori che portano all'"Incremento Continuo della Qualità" può essere così sintetizzata: quando un produttore introduce un miglioramento qualitativo del prodotto che, risultando apprezzato dai consumatori, gli dà un vantaggio competitivo, in termini di prezzo e di volumi di vendita, questa variazione viene prima o poi introdotta anche dai concorrenti; ciò provoca un continuo aumento della qualità media dei beni che vengono prodotti e venduti, così che il vantaggio competitivo si affievolisce e richiede altri interventi di sostegno della qualità.

Il miglioramento della qualità media del sistema produttivo è il macro-effetto derivante dalla "combinazione" dei micro-comportamenti dei produttori/agenti – e dei relativi micro-effetti –, ma il macro-effetto condiziona la ricerca da parte dei singoli produttori di nuovi miglioramenti qualitativi.

Quando, "per caso", viene introdotta un'innovazione che produce un aumento della qualità, dando al produttore un vantaggio nelle vendite, e quindi benefici economici, gli altri produttori sono "costretti", "di necessità", a trovare i mezzi e le forme per migliorare a loro volta la qualità dei propri prodotti. Il sistema che stiamo osservando può essere descritto dal modello euristico sotto indicato e dalla Figura 8.

MODELLO EURISTICO DEL SISTEMA "QUALITÀ CRESCENTE"

MICRO-COMPORTAMENTO = FATTORE NECESSITANTE: se le tue vendite diminuiscono rispetto a quelle di altri produttori, che hanno introdotto *miglioramenti qualitativi* nei loro prodotti o processi, e vuoi rimanere nel sistema economico come produttore – e se non puoi influenzare la tua produttività, riducendo i costi unitari marginali –, devi a tua volta cercare di migliorare la qualità dei tuoi prodotti.

MACRO-COMPORTAMENTO = FATTORE RICOMBINANTE: un miglioramento della qualità di un prodotto innalza il livello medio di qualità di prodotti simili, o dei loro componenti, nel sistema produttivo; la qualità individuale di ciascun produttore deve almeno eguagliare – o preferibilmente superare – il livello medio di qualità nel sistema.

FEEDBACK MICRO-MACRO. CASO E NECESSITÀ: il miglioramento della qualità media è il macro-effetto della ricombinazione di micro-comportamenti passati, ma il macro-

effetto condiziona e guida la ricerca da parte dei singoli produttori di nuovi miglioramenti qualitativi. Un'innovazione che produce un aumento della qualità viene introdotta "per caso", ma l'innovazione adottata dal produttore ha un effetto negativo sulle vendite, e quindi sui benefici economici degli altri produttori, che si vedono costretti a trovare "di necessità" i mezzi e le forme per migliorare la qualità dei loro prodotti.

CONTROLLO = AZIONI DI RINFORZO E DI INDEBOLIMENTO: sono simili a quelle per il sistema di produttività crescente.

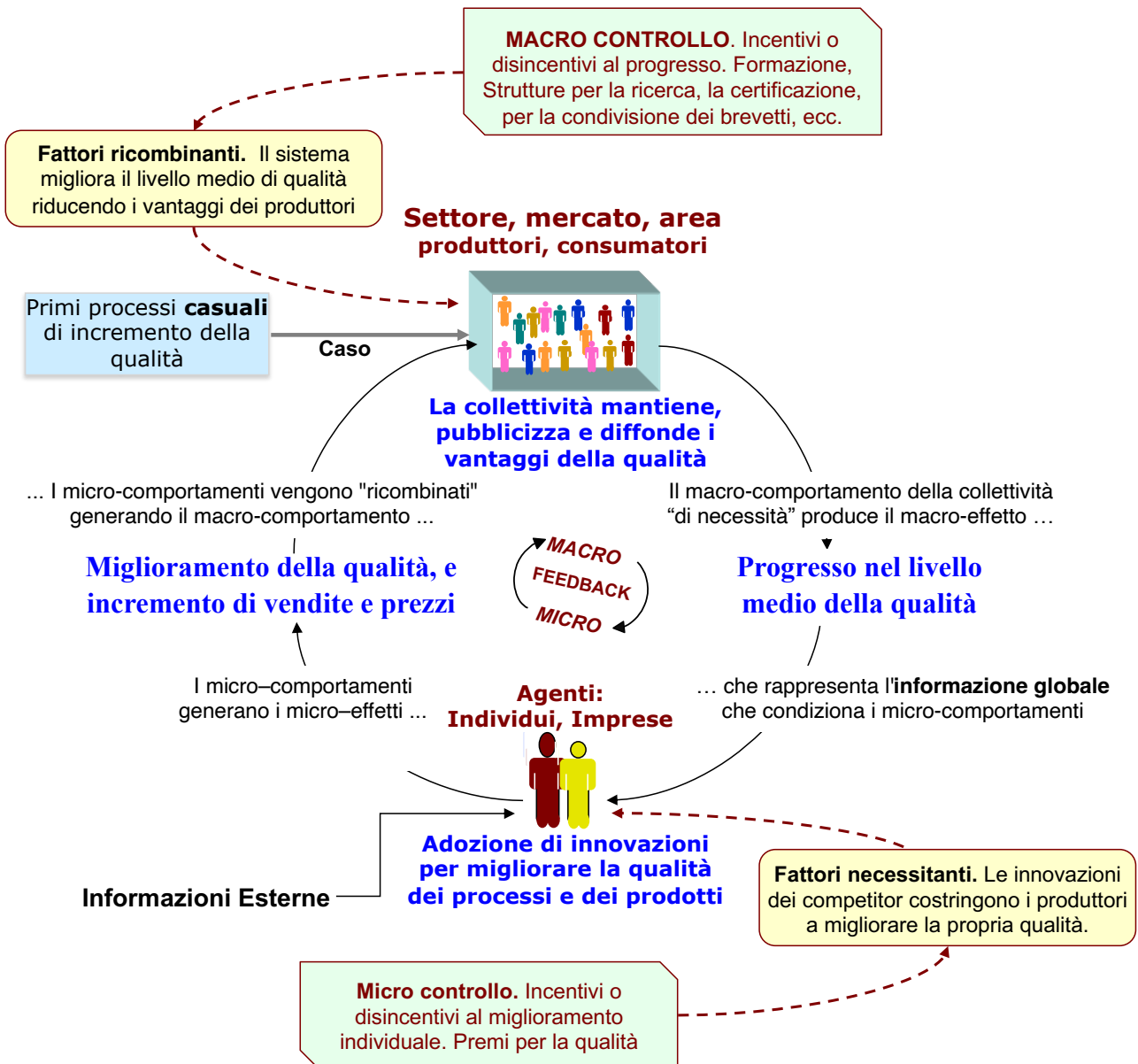


Fig. 8 – Modello grafico del sistema “Qualità Crescente”

8 – Sistema “Benessere crescente”

Lo psicologo Abraham Maslow (1943, 1954) ha suggerito una gerarchia o piramide dei bisogni:

1) *bisogni biologici e fisiologici*: nelle società industriali avanzate i bisogni fisiologici (aria, cibo, bevande, riparo, calore, sesso, sonno...) non sono molto motivanti, poiché sono ragionevolmente ben soddisfatti;

2) *esigenze di sicurezza*: anche le esigenze di sicurezza (sicurezza, ordine, legge, stabilità, libertà dalla paura) sono relativamente ben soddisfatte, grazie alla continuità del livello delle risorse e dei sistemi assicurativi e previdenziali;

3) *appartenenza e bisogni affettivi* (amicizia, intimità, affetto e amore, da gruppo di lavoro, famiglia, amici): a questi non si può rinunciare e operano, soprattutto, a livello comportamentale sociale;

4) *bisogni di stima*: corrispondono alle aspirazioni di autostima e status sociale (realizzazione, padronanza, indipendenza, status, dominanza, prestigio, rispetto di sé, rispetto degli altri); si uniscono per esprimere il bisogno dell'individuo di avere una propria identità, per distinguersi nel suo ambiente. Un senso favorevole di identità di sé è rafforzato dal riconoscimento e dall'approvazione degli altri, dal prestigio e dallo status di cui si gode;

5) *necessità di autorealizzazione*: in cima alla gerarchia dei bisogni umani c'è quella dell'autorealizzazione (valorizzazione del potenziale personale, autorealizzazione, ricerca della crescita personale e delle esperienze di spicco). Questa è la necessità di realizzare le proprie capacità potenziali, di svilupparsi e crescere in modo autonomo e costante, di essere creativi e pieni di ingegno.

It is quite true that man lives by bread alone — when there is no bread. But what happens to man's desires when there is plenty of bread and when his belly is chronically filled?

At once other (and "higher") needs emerge and these, rather than physiological hungers, dominate the organism. And when these in turn are satisfied, again new (and still "higher") needs emerge and so on. This is what we mean by saying that the basic human needs are organized into a hierarchy of relative prepotency' (Maslow, 1943, p. 375).

Durante il decennio 1960/1970 Maslow ha ampliato la gerarchia originale, proponendo un modello a otto fasi (McLeod, 2007), aggiungendo alle cinque precedenti le nuove fasi 5), 6) e 8).

1) *bisogni biologici e fisiologici*,

2) *esigenze di sicurezza*,

3) *bisogni di amore e appartenenza*,

4) *esigenze di stima*,

5) *bisogni cognitivi* (conoscenza, significato, cultura, ecc.),

6) *esigenze estetiche* (ricerca della bellezza, dell'equilibrio, della forma, ecc.),

7) *bisogni di autorealizzazione*,

8) *bisogni di trascendenza* (aiutare gli altri a raggiungere l'autorealizzazione).

Siamo facilmente consapevoli del fatto che la qualità della nostra vita, cioè il nostro "benessere", manifesta un "progresso continuo", la cui dinamica dipende dal numero e dai tipi di bisogni e aspirazioni che possiamo soddisfare, e soprattutto dal modo in cui raggiungiamo questa soddisfazione (Mella, 1992). Fino a pochi decenni fa l'uomo poteva soddisfare solo i suoi bisogni primari di cibo, vestiario e protezione dalle malattie, e solo poche persone riuscivano a soddisfare le loro aspirazioni di cultura, arte e divertimento, che oggi sono alla portata di tutti

nelle regioni cosiddette "progredite". Questo è un fenomeno generale: in tutte le epoche, in tutte le civiltà e in ogni area del mondo osserviamo una duplice transizione: dai bisogni di basso livello a quelli di alto livello, dai bisogni alle aspirazioni. E questo porta a un aumento del welfare e alla ricerca della ricchezza come opportunità e mezzo di welfare.

La logica di questo sistema è semplice: il micro-comportamento è rappresentato dalla ricerca del miglioramento individuale degli "agenti", inteso come aumento del grado di soddisfazione dei bisogni e delle aspirazioni, dal desiderio di maggiore ricchezza e migliori condizioni di lavoro, unitamente alla domanda di quantità sempre maggiori di beni di qualità sempre superiore o di nuovi beni, in grado di soddisfare le aspirazioni. I micro-effetti si identificano con una maggiore soddisfazione per quanto riguarda la nostra esistenza. Il macro-effetto del sistema è un dato livello medio percepito della qualità della vita, nel contesto di una determinata comunità. I singoli elementi della base – cioè le famiglie e i consumatori – confrontano la loro qualità di vita con il livello medio; se la percepiscono come *inferiore* alla media, si comportano per ridurre il divario; se, invece, la percepiscono come *superiore*, si comportano per aumentare ulteriormente quel divario (micro-comportamenti). Di conseguenza il sistema tende a innalzare ancora il proprio stato, "dirigendo" i successivi micro-comportamenti; l'azione del *micro-macro feedback* produce sempre nuovi miglioramenti nella "qualità generale della vita".

Questo sistema può essere rappresentato dal seguente modello euristico e dalla Figura 9.

MODELLO EURISTICO DEL SISTEMA "BENESSERE CRESCENTE"

MICRO-COMPORTAMENTO = FATTORE NECESSITANTE: poiché desideri innalzare la qualità della vita tua e della tua famiglia, cerca di migliorarla, se è inferiore a quella della media delle famiglie che puoi osservare direttamente; in ogni caso, cerca di aumentare il livello di soddisfazione dei bisogni e delle aspirazioni per te e la tua famiglia.

MACRO-COMPORTAMENTO = FATTORE RICOMBINANTE: la collettività apprezza coloro che hanno un alto tenore di vita; quando gli individui aumentano il loro benessere, aumentano gli sforzi collettivi per mantenerlo e incrementarlo ulteriormente, incentivando la ricerca da parte degli individui di beni più numerosi e di migliore qualità, con la conseguenza di un miglioramento quantitativo e qualitativo della produzione.

FEEDBACK MICRO-MACRO. CASO E NECESSITÀ: il miglioramento del benessere medio deriva dai micro-comportamenti passati, ma condiziona la ricerca da parte dei singoli consumatori di nuovi miglioramenti del tenore di vita; in alcune popolazioni il tenore di vita non è cambiato per secoli ma oggi, quasi ovunque, il benessere medio è salito ben al di sopra dei limiti minimi vitali per la sopravvivenza. Il "caso" provoca la "spinta iniziale" del tenore di vita, ma le innovazioni che "per caso" hanno permesso l'aumento della *produttività* e della *qualità* dei prodotti sono troppo numerosi per essere ricordati. Una volta avviato, il macro-comportamento "*di necessità*" viene mantenuto. Oggi non c'è limite apparente alla soddisfazione dei bisogni, tanto che il 40% delle risorse alimentari nei paesi sviluppati viene trasformato in... immondizia.

CONTROLLO = AZIONI DI RINFORZO E DI INDEBOLIMENTO: lascio immaginare al lettore i molteplici *rinforzi* e *indebolimenti* che, in forme varie, la società pone alla crescita del

benessere. Il macro-controllo, ad esempio, deve operare sulla ricerca di base, sul livello di scolarizzazione e sull'andamento della produzione. Il micro-controllo agisce sull'educazione e sui valori dell'individuo.

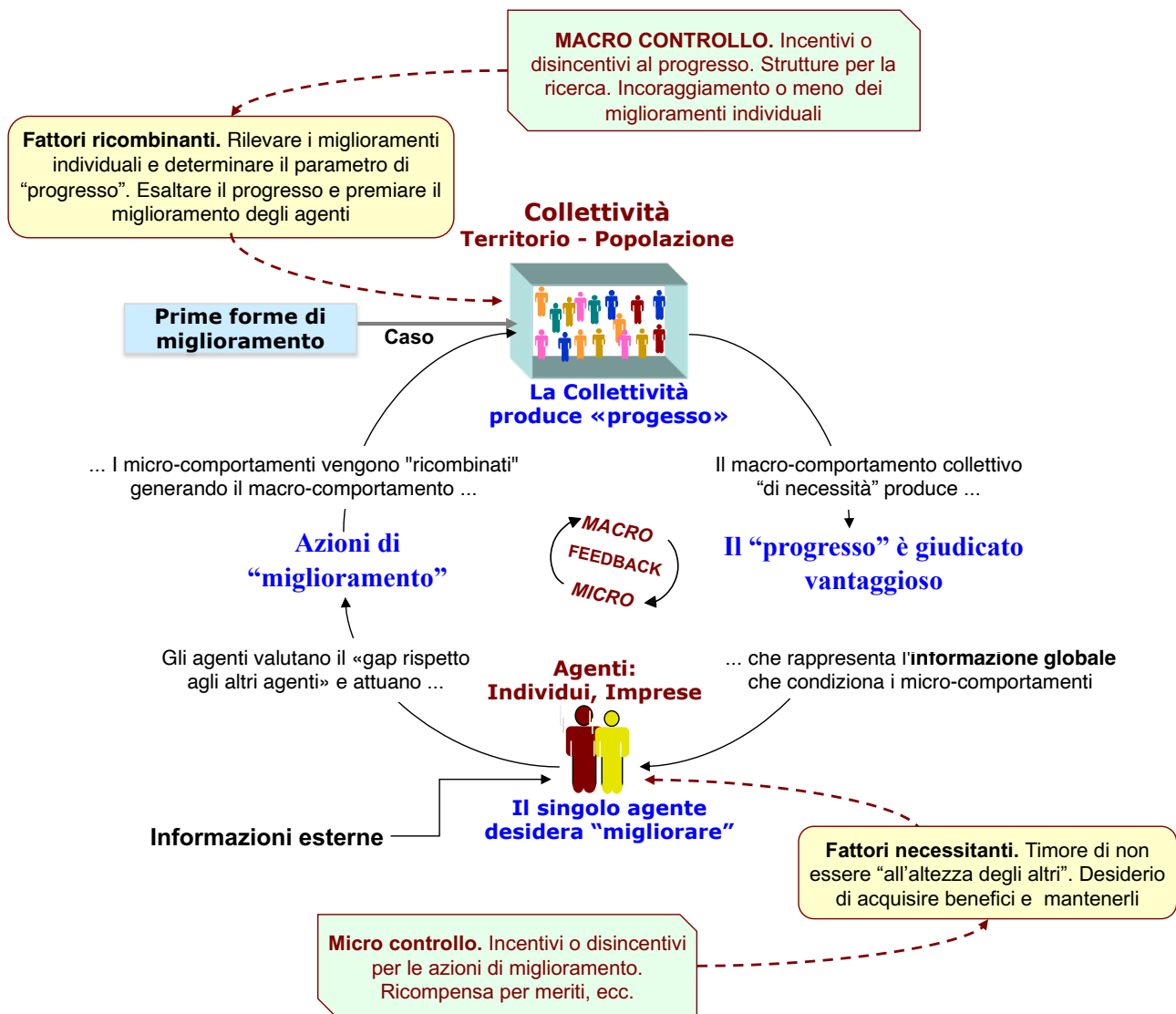


Fig. 9 – Modello grafico del sistema “Benessere Crescente”

9 – Sistema “Progresso scientifico e tecnologico”

Il processo di ricerca scientifica e tecnologica, che si è verificato fin dagli albori della civiltà, ma che solo recentemente è progredito con una certa coerenza, sembra essere una tendenza "a senso unico". Ogni nuova scoperta – nuova legge, teoria scientifica, invenzione tecnologica, applicazione tecnica – entra a far parte di un patrimonio culturale e contribuisce a nuove scoperte, che avvengono grazie al bagaglio di conoscenze accumulato fino a quel momento. Le nuove scoperte arricchiscono lo stock di conoscenze che, a sua volta, contribuisce a nuove scoperte, seguendo un tipico processo di *feedback micro-macro* dei sistemi combinatori.

Una scoperta scientifica o tecnologica di solito nasce "per caso", anche se spesso deriva da un lavoro di squadra e conclude un programma di ricerca intrapreso appositamente per ridurre

il divario di conoscenze scientifiche o tecnologiche; ma se la scoperta è utile, essa ispira ulteriori ricerche, avviando così il *feedback micro-macro*.

La Figura 10 descrive, graficamente, in termini di Sistemi Combinatori di Miglioramento e Progresso, la logica del fenomeno dell'incessante *crescita delle conoscenze scientifiche e tecnologiche*; la stessa logica è spiegata, operativamente, nel successivo *modello euristico*.

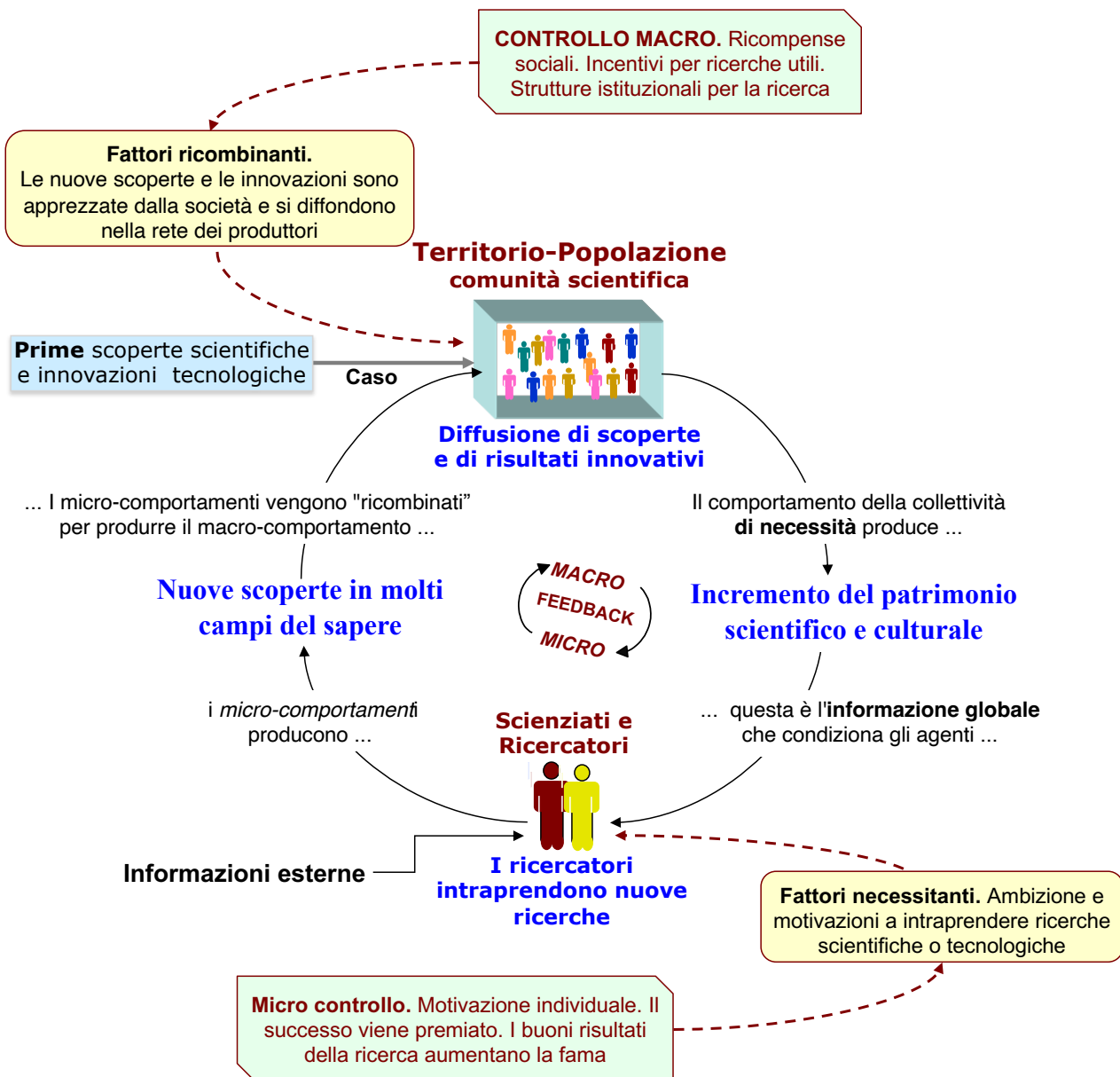


Fig. 10 – Modello grafico del sistema “Progresso Scientifico e Tecnologico”

MODELLO EURISTICO DEL SISTEMA “PROGRESSO SCIENTIFICO E TECNOLOGICO”

MICRO- COMPORAMENTO = FATTORE NECESSITANTE: se sei motivato a intraprendere ricerche scientifiche o tecnologiche e scopri lacune nelle tue conoscenze, o hai bisogno di completare o arricchire il patrimonio della tua cultura scientifica e tecnologica, dedicati alla ricerca e prova a fare nuove scoperte.

MACRO- COMPORAMENTO = FATTORE RICOMBINANTE: le nuove scoperte sono apprezzate dalla società, perché portano progresso allo stato della scienza e della

tecnologia; se, da un lato, arricchiscono lo stock di conoscenze scientifiche e tecnologiche, infatti, dall'altro fanno emergere carenze di conoscenza che danno una spinta alla nuova ricerca.

FEEDBACK MICRO-MACRO. CASO E NECESSITÀ: i risultati della ricerca scientifica e tecnologica formano un patrimonio di conoscenza che, a sua volta, crea un bisogno di nuove ricerche; una nuova scoperta scientifica o tecnologica nasce, come si è detto, solitamente "per caso" ma, se ritenuta utile, aumenta il bagaglio di conoscenze e, "per necessità" porta a nuove ricerche, innescando così un feedback tra il comportamento micro e macro.

CONTROLLO = AZIONI DI RINFORZO E DI INDEBOLIMENTO: vengono stimulate innovazioni in settori giudicati utili (computer, laser, energia, ecc.), che rappresentano una potente forza di rafforzamento. Le ricerche condotte in settori ritenuti eticamente sospetti (ingegneria genetica umana, per es.) subiscono forti pressioni con azioni di rallentamento e indebolimento da parte dell'opinione pubblica.

10 – Sistema “Sopravvivenza ed evoluzione”

È un fatto osservabile che le specie biologiche, quando inserite in un determinato ecosistema, tendono a *sopravvivere* e possibilmente ad *espandersi*, a seconda delle risorse disponibili e delle azioni di *rinforzo* e *indebolimento* provenienti dal macrosistema ambientale (Mella, 2021, Capitolo 8). Una “specie” può essere considerata un Sistema Combinatorio di individui biologici tendenti a sopravvivere, che inizia la sua attività, in un dato ecosistema, quando quegli individui iniziano a riprodursi, mantenendo e, presumibilmente, espandendo la collettività stessa.

Gli individui si riproducono (micro-comportamento) e trasmettono tratti ereditari con eventuali mutazioni genetiche (micro-effetto), così che la specie possa sopravvivere e crescere (macro-comportamento) come risultato della riproduzione da parte degli individui che porta alla conservazione del fenotipo (macro-effetto). Tuttavia, la dinamica della specie condiziona a sua volta le attività riproduttive degli individui, seguendo un tipico processo di *feedback* del sistema combinatorio.

Supponiamo che “*per caso*” un individuo nasca in una certa popolazione con una mutazione *casuale* rispetto alle caratteristiche della specie. Se le nuove caratteristiche biologiche si rivelano “vantaggiose” per la “lotta per la vita”, consentendo agli individui che le hanno acquisite di essere avvantaggiati nella ricerca del cibo, nella difesa e nella riproduzione, allora queste caratteristiche si “espanderanno” nelle future generazioni e gradualmente sostituiranno le caratteristiche originali. Una nuova specie, o una varietà della precedente, si forma ed evolve (macro-effetto) come risultato degli atti riproduttivi dei nuovi individui mutati (micro-comportamenti), che possono essere attuati proprio perché esiste il sistema combinatorio “specie”, con il tipico processo di *micro-macro feedback*. Per qualche tempo le due specie possono coesistere ma, se sono in competizione per le risorse o per riprodursi, la nuova specie può arrivare a sostituire la precedente in un periodo sufficientemente lungo (Darwin, 1859; Huxley, 1942).

L'evoluzione porta a un *progresso* nelle possibilità di sopravvivenza della specie dovuto ai miglioramenti evolutivi individuali quando tali miglioramenti danno agli individui mutati un

vantaggio nella "lotta per la vita" e per la "riproduzione", come magistralmente rileva Charles Darwin:

Owing to this *struggle for life*, any variation, however slight and from whatever cause proceeding, if it be in any degree profitable to an individual of any species, in its infinitely complex relations to other organic beings and to external nature, will tend to the preservation of that individual, and will generally be inherited by its offspring. The offspring, also, will thus have a better chance of surviving, for, of the many individuals of any species which are periodically born, but a small number can survive. I have called this principle, by which each slight variation, if useful, is preserved, by the term of Natural Selection, in order to mark its relation to man's power of selection (Darwin, 1859, p. 61).

Natural selection will modify the structure of the young in relation to the parent, and of the parent in relation to the young. In social animals it will adapt the structure of each individual for the benefit of the community; if each in consequence profits by the selected change. What natural selection cannot do, is to modify the structure of one species, without giving it any advantage, for the good of another species; and though statements to this effect may be found in works of natural history, I cannot find one case which will bear investigation (Darwin, 1859, p. 87).

Sexual Selection. Inasmuch as peculiarities often appear under domestication in one sex and become hereditarily attached to that sex, the same fact probably occurs under nature, and if so, natural selection will be able to modify one sex in its functional relations to the other sex, or in relation to wholly different habits of life in the two sexes, as is sometimes the case with insects. And this leads me to say a few words on what I call Sexual Selection. (Darwin, 1859, p. 86-87). This depends, not on a struggle for existence, but on a struggle between the males for possession of the females; the result is not death to the unsuccessful competitor, but few or no offspring. Sexual selection is, therefore, less rigorous than natural selection. Generally, the most vigorous males, those which are best fitted for their places in nature, will leave the most progeny [. . .] A hornless stag or spurless cock would have a poor chance of leaving offspring... (*ibidem*).

Ovviamente, Darwin non poteva sapere che la fonte delle mutazioni nei *fenotipi* derivava da mutazioni nei *genotipi*. Fu solo nel 1953 che James Watson e Francis Crick (1953), scoprendo la struttura del DNA, dimostrarono il meccanismo genetico dell'ereditarietà (Pray, 2008). Jacques Monod, nel suo famoso *Chance and Necessity* (1970), ha chiarito che l'evoluzione è dovuta a mutazioni "casuali" prodotte nel genotipo, che "*per necessità*" si diffondono come risultato del meccanismo riproduttivo invariante delle cellule, se tali mutazioni portano vantaggi per l'esistenza; altrimenti, tendono a scomparire, chiarendo il ruolo di un tipico Sistema Combinatorio operante per "*caso*" e per "*necessità*".

A mutation represents in itself a microscopic, quantum event, to which, as a result, we apply the principle of indetermination: an event which thus is unpredictable by nature (Monod, 1970, p. 97). ... We call these events [mutations] accidental; we say they are random occurrences. And since they constitute the only possible source of modification in the genetic text, itself the sole repository of the organism's hereditary structures, it necessarily follows that chance alone is at the source of every innovation, of all creation in the biosphere. Pure chance, absolutely free but blind, at the very root of the stupendous edifice of evolution: this central concept of modern biology ... is today the sole conceivable hypothesis ... (Monod, 1970, p. 112)

Suggerisco di riflettere anche sul punto di vista proposto da Richard Dawkins, che pone al centro dell'evoluzione la ricerca della *stabilità nei geni*, le unità persistenti di informazione che

compongono i cromosomi e che determinano la struttura e il comportamento degli organismi biologici. Secondo Dawkins, gli organismi possono, pertanto, essere interpretati come "veicoli" per la replicazione dei geni, cioè come le loro *macchine di sopravvivenza*, atte a garantire loro maggiori "possibilità di essere trasmessi" alle generazioni successive (Dawkins, 1989, 2004).

We are survival machines – robot vehicles blindly programmed to preserve the selfish molecules known as genes. This is a truth which still fills me with astonishment (Dawkins, 1989, p. xxi).

Il *modus operandi* del sistema combinatorio che produce e mantiene l'evoluzione può essere descritto con il modello grafico di Figura 11. Il successivo modello euristico (nel quale "termini tecnici" sono impiegati senza alcun significato emozionale) rende operativamente la logica di tali sistemi.

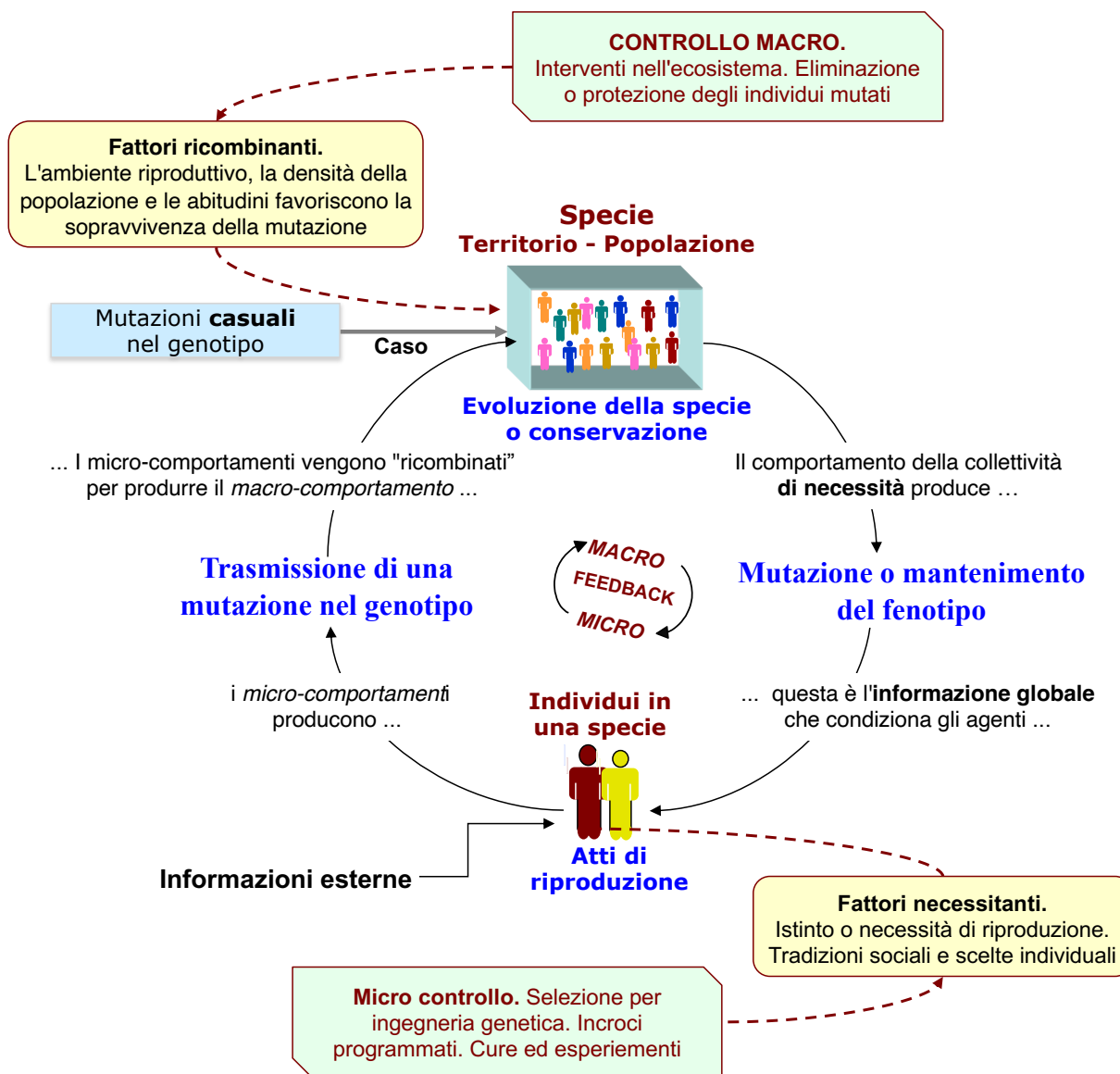


Fig. 11 – Modello grafico del sistema "Sopravvivenza ed Evoluzione"

MODELLO EURISTICO DEL SISTEMA "SOPRAVVIVENZA ED EVOLUZIONE"

MICRO- COMPORAMENTO = FATTORE NECESSITANTE: se non hai *intelletto* (nel senso comune del termine), segui il tuo *istinto* e riproduciti con un partner che ti garantisca

il maggior successo riproduttivo; se hai un intelletto, nella scelta di un partner segui i riti (rafforzamento), che portano alla gratificazione sociale (corteggiamento, fidanzamento, matrimonio, gravidanza, feste di nascita, ecc.).

MACRO-COMPORTAMENTO = FATTORE RICOMBINANTE: la presenza di molti individui della stessa specie, o con le stesse caratteristiche, facilita la riproduzione; per l'uomo la presenza di molti individui, di norma, rende più forte lo stimolo a riprodursi e la facilità di trovare un partner.

FEEDBACK MICRO-MACRO. CASO E NECESSITÀ: la diffusione della specie e le sue mutazioni sono il risultato del micro-comportamento riproduttivo degli individui. La specie, o la sua variante mutata, nasce "per caso" quando viene "avviata" da un numero minimo di individui; ma, una volta iniziato, il fenomeno espansivo viene mantenuto "di necessità", condizionando i futuri micro-comportamenti riproduttivi fino al raggiungimento della "densità di saturazione" (compatibile con le risorse disponibili e la coesistenza con altre specie).

CONTROLLO = AZIONI DI RINFORZO E DI INDEBOLIMENTO: le specie godono di vari gradi di "teleonomia esogena" (Mella, 1992, Par. 3.6). Nell'ecosistema dell'uomo le mosche equine e le zanzare Anopheles sono considerate specie dannose. Nel sistema sorgono quindi considerevoli azioni di indebolimento. La specie umana ha il più alto grado di teleonomia (oggi i trapianti di cuore vengono tentati anche su feti di pochi mesi, al fine di mantenere in vita un membro della specie umana, e in alcuni casi si tentano anche interventi innovativi, com'è avvenuto per il trapianto di organi). La facilità con cui si formano abitazioni permanenti (tane, nidi di argilla, grattacieli) rappresenta un notevole fattore di rafforzamento per il mantenimento della specie; La presenza di specie con caratteristiche rivali (per quanto riguarda la divisione delle risorse), o specie sovraordinate (che si nutrono della specie subordinata, o la usano per vari scopi) rappresenta l'origine di fattori di indebolimento (guerre per il cibo, lotta per la sopravvivenza).

11 – Conclusioni. Dai Sistemi di Miglioramento e di Progresso alle tre "leggi del divenire"

I Sistemi Combinatori di Miglioramento e di Progresso, per quanto producano effetti alquanto rilevanti, non sono le uniche forme di Sistema Combinatorio, come indicato al Paragrafo 3. L'esistenza di strutture che si comportano secondo la logica dei Sistemi Combinatori di Miglioramento e di Progresso, o anche solo l'intuizione della loro possibilità, genera, però, alcune interessanti implicazioni di ordine teorico, in quanto tali sistemi possono essere considerati, "metafisicamente", come lo strumento che la "natura" si è data per la propagazione dell'ordine e del progresso.

In termini generali, sembra si possano postulare tre grandi "ipotesi" o "leggi" (metafisiche) circa il divenire della realtà:

- 1) la *legge del disordine*, o del caso;
- 2) la *legge dell'ordine*, o dei sistemi organizzati;
- 3) la *legge del Miglioramento e del Progresso*, o dei Sistemi Combinatori.

La *legge del disordine* afferma che l'universo tende al massimo stato di casualità, al massimo disordine, alla massima entropia, a scapito dell'ordine; tale legge è oggi accettata da ogni scienziato ed è formalizzata nella ben nota «seconda legge della termodinamica».

La *legge dell'ordine*, in apparente contrasto con la precedente, afferma, invece, che la natura tende ad assumere strutture ordinate (al cui interno l'entropia diminuisce), che ci appaiono in tutta la loro meravigliosa complessità nella veste degli organismi biologici e delle organizzazioni socio-politiche, cioè nei sistemi autopoietici (Maturana & Varela, 1980) e nelle loro realizzazioni.

Mentre la *legge del disordine* è la legge degli insiemi eterogenei che si uniscono in insiemi sempre più statisticamente omogenei, senza mai diventare sistemi, la *legge dell'ordine* si percepisce con la nascita dei sistemi organizzati e, in particolare, con la formazione delle strutture organiche, composte da elementi diversi, ciascuno dei quali assume un ruolo e svolge una funzione secondo una data informazione. L'ordine si regge su informazioni incorporate nel sistema operatore e nei suoi elementi e, soprattutto, sulla possibilità di trasmettere tali informazioni in altri sistemi (discendenti).

La *legge del miglioramento* afferma che la natura – tramite successive “catastrofi morfogenetiche”, intese come un cambiamento di forma derivante da singolarità nell'evoluzione di un sistema (Thom, 1995) – tende a produrre strutture ordinate sempre più evolute e che tali strutture si diffondono il più possibile, a scapito del disordine, compatibilmente con le risorse e le informazioni disponibili per riprodursi (dal filo d'erba che cresce tra i granuli di asfalto ai programmi spaziali, per esportare la vita su altri pianeti) (Morin, 1977). Non solo l'ordine si diffonde ovunque, ma, ove possibile, le strutture ordinate diventano sempre più efficienti, cercano di migliorarsi; le collettività di sistemi organizzati formano popolazioni che si evolvono e, nell'evoluzione, sviluppano un progresso (Reicholf, 1995).

È immediato rendersi conto di come la *legge del disordine* regni sovrana nell'ambito della natura inanimata e di come quella dell'*ordine* caratterizzi, invece, la natura animata – nella quale predominano i “sistemi autopoietici” (Maturana & Varela, 1980), in grado di riprodursi – mentre la *legge del Miglioramento e del Progresso* si riscontra nelle *popolazioni* biologiche e sociali, là ove tipicamente operano i Sistemi Combinatori.

La legge del disordine è la legge del *livellamento delle differenze*; quella dell'*ordine* è la legge della *creazione e del mantenimento di differenze* tra ciò che è nel sistema e ciò che appartiene all'ambiente esterno; la legge del *progresso* è la legge dell'*accentuazione delle differenze “vantaggiose”* tra individui e popolazioni.

La *legge del disordine* è la legge dell'“ignoranza”; quella dell'*ordine* è la legge dell'“informazione” (e dell'informazione trasmessa); quella del *Miglioramento e del Progresso* è la legge del “giudizio”, in quanto implica sempre un confronto tra un “prima” e un “dopo” (tra un male e un bene, tra un migliore e un peggiore, tra un cattivo e un buono, ecc.), al fine di percepire e giudicare, appunto, il *Miglioramento* e il *Progresso*; è quindi la legge dell'*intelligenza, dell'uomo*, così come lo concepiamo.

Ciò che è e ciò che rappresenta l'individuo non lo è in quanto individuo, ma in quanto membro di una grande società umana che guida il suo essere materiale morale dalla nascita fino alla morte. Il valore di un uomo, per la comunità in cui vive, dipende anzitutto dalla misura in cui i suoi sentimenti, i suoi pensieri e le sue azioni contribuiscono allo sviluppo dell'esistenza degli altri individui (Einstein, 1960, p. 13).

In questo contesto, l'Umanità, con tutti i sistemi operatori e combinatori che in essa si formano e agiscono, rappresenta il sistema combinatorio più evoluto composto da uomini, nel quale prevale la *legge del Miglioramento e del Progresso* come conseguenza naturale dell'ipotesi di "razionalità" del comportamento. Nell'osservare le attività finalizzate, possiamo accettare il postulato che l'uomo agisca sempre in modo "razionale"; in altri termini, possiamo riconoscere che le azioni umane si sviluppano secondo il "Principio di razionalità", che può essere formulato nel modo seguente:

Nel compiere le proprie attività finalizzate, l'uomo agisce sempre razionalmente, nel senso che cerca di massimizzare l'efficienza e l'efficacia delle proprie azioni, per sé, per la famiglia e, ove possibile, per tutti i sistemi sociali di cui si sente parte, valutandone l'effetto sul "futuro" delle conseguenze del suo comportamento.

È questa solo un'ipotesi che poniamo a guida dell'osservazione del comportamento umano nei Sistemi Combinatori, ma è veramente difficile immaginare che un soggetto coscientemente non cerchi di ridurre al minimo i sacrifici necessari per ottenere dati benefici e non tenti di massimizzare i benefici ottenibili a parità di sacrificio; contemporaneamente, che non operi, per massimizzare la soddisfazione ottenibile con quei livelli di efficienza.

Il "Principio di razionalità" rende possibile l'"effetto necessitante" e garantisce il manifestarsi della legge del Miglioramento e del Progresso come effetto dell'azione dei Sistemi Combinatori di Miglioramento e di Progresso.

12 – Testi citati

- Allelomimetismo (2022, online). *Sapere*. <https://www.sapere.it/enciclopedia/allelomimetismo.html>
- Baumol, W. J., Blackman, S. A., & Wolff, E. N. (1989, 1st ed. 1972). *Productivity and American Leadership. The long view*. Cambridge, MA, MIT Press. Wiley.
- Blank, R. M., Shapiro, M. D. (2001). *Labour and the Sustainability of Output and Productivity Growth*. NBER, Un. Of Michigan.
- Bowersox, D., Closs, D., & Bixby, M. (2005). *Supply chain logistics, management*. Boston, McGraw-Hill Irwin.
- Caldas, J. C., & Coelho, H. (1999). The Origin of Institutions: socio-economic processes, choice, norms and conventions. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2(2), 1.
- Campbell, C., & Rozsnyai, C. (2002). *Quality Assurance and the Development of Course Programmes*. Papers on Higher Education Regional University Network on Governance and Management of Higher Education in South East Europe. Bucharest: UNESCO.
- Cipolla, C. (1962). *The economic history of world population*. Harmondsworth, Penguin Books.
- Dawkins, R. (1989 1st ed. 1976). *The selfish gene*. Oxford: Oxford University Press.
- Dawkins, R. (2004). *The ancestor's tale: A pilgrimage to the dawn of evolution*. Boston: Houghton Mifflin.
- Darwin, C. (1859). *On the origins of species by means of natural selection*. London: Murray. <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F373&viewtype=text&pageseq=1>
- Demartini, C., & Mella, P. (2011). Time competition. The new strategic frontier. *iBusiness*, 3, 136-145.
- Deneubourg, J. L., & Goss, S. (1989). Collective patterns and decision-making. *Ethology Ecology & Evolution*, 1(4), 295-311.

- Dorigo, M., Bonabeau, E., & Theraulaz, G. (2000.) Ant algorithms and stigmergy. *Future Generation Computer Systems*, 16(8), 851–871.
- Einstein, A. (1960). *Come io vedo il mondo*. Milano, Giachini.
- Gardner M (1970). Mathematical games: the fantastic combinations of John Conway's new solitaire game "life". *Sci Am*, 223(4), 120–123.
- Gell-Mann M (1994). The Jaguar and the Quark: adventures in the simple and the complex. Freeman & Co., New York. Excerpt: <http://authors.library.caltech.edu/60491/1/MGM%20113.pdf>
- Gell-Mann M (1995). What is complexity? *Complexity*, 1(5). <http://complexity.martinsewell.com/Gell95.pdf>
- Gilbert, N., Doran, J. (1994). *Simulating societies. The computer simulation of social phenomena*. UCL press, London
- Gould, S. (2000). The theory of options: a new theory of the evolution of human behavior. Boca Raton, Universal Publishers/Upublish.com.
- Gould, S. (2001). Introduction to the theory of options. <http://www.oocities.org/athens/acropolis/1628/A01into.htm>
- Grassé, P. P. (1960). The automatic regulations of collective behavior of social insect and " stigmergy". *Journal de psychologie normale et pathologique*, 57, 1-10
- Haken, H. (1977). *Synergetics. An introduction*. Berlin, Springer.
- Haken, H. (1983). *Synergetics. Introduction and advanced topics*. Berlin, Springer.
- Harvey, L., & Green, D. (1993). Defining quality. *Assessment & evaluation in higher education*, 18(1), 9-34.
- Huxley, J. (1942). *Evolution: The modern synthesis*. London, George Allen and Unwin.
- Isal (2021). *International Society for Artificial Life*. <https://alife.org>
- Juanico, D. E., Monterola, C., & Saloma, C. (2003). Allelomimesis as a generic clustering mechanism for interacting agents. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 320, 590-600.
- Koestler, A. (1967). *The ghost in the machine*. London: Arkana.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.
- Maslow, A. H. (1954). *Motivation and personality*. New York, Harper and Row.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1980, 1st ed. 1972). *Autopoiesis and cognition. The realization of living*. Dordrecht, Reidel Publishing.
- McLeod, S. (2007). *Maslow's hierarchy of needs*. <http://www.simplypsychology.org/maslow.html>
- Mella, P. (1992). *Economia aziendale*. Torino, Utet.
- Mella, P. (2017a). The Unexpected Cybernetics Life of Collectivities. The Combinatory Systems Approach. *Kybernetes*, 46 (7), pp. 1086-1111. [OUTSTANDING PAPER OF THE YEAR]
- Mella, P. (2017b). *The Combinatory Systems Theory. Understanding, Modeling and Simulating Collective Phenomena*. Contemporary systems Thinking Series. Springer International Publishing.
- Mella, P. (2017c). Sistemi Combinatori. L'Ordine nel Comportamento Collettivo. *Economia Aziendale Online*, 8(4), 205-225.
- Mella, P. (2018a). The law of increasing productivity. *Int. J. Markets and Business Systems*, 3(4), 297-316.
- Mella, P. (2018b). Quality a Key Value Driver in Value Based Management. *Economia Aziendale Online*, 9(4), 439-462.
- Mella, P. (2019). The ghost in the production machine: The laws of production networks. *Kybernetes*, 48(6), 1301–1329. [OUTSTANDING PAPER OF THE YEAR]

- Mella, P. (2021). *The Magic Ring. Systems Thinking Approach to Control Systems*. Contemporary systems Thinking Series. Springer International Publishing.
- Mella, P. (2022). MOEST. L'organizzazione-impresa quale Sistema di Trasformazione Efficiente. *Economia Aziendale Online*, 13(4), 735-786.
- Mella, P., & Gazzola, P. (2021). An historical instance of urban unsustainability that astounds to this day. *Systems Research and Behavioral Science*, 38(3), 355-367.
- Mitleton-Kelly, E. (ed) (2003) *Complex systems and evolutionary perspectives on organisations: the application of complexity theory to organisations*. Advanced series in management. Oxford, Elsevier.
- Monod, J. (1970). *Chance and necessity: Essay on the natural philosophy of modern biology* [original: *Le hazard et la nécessité.*]. New York, Vintage Books (1972). (original: Paris: Seuil).
- Morin, E. (1977). *La Méthode – 1. La "nature de la nature"*. Paris, Points Seuil Essais.
- NECSI (online). *New England Complex Systems Institute*. Cambridge. <http://www.necsi.org>
- Pirsig, R. M. (1974). *Zen and the art of motorcycle maintenance: An inquiry into values*. New York, Bantam Books.
- Pray, L. (2008). Discovery of DNA structure and function: Watson and Crick. *Nature Education*, 1(1), 100.
- Reichholf, J. H. (1995). *L'impulso creativo*. Milano, Garzanti.
- Schelling, T. C. (2006, 1st ed. 1978). *Micromotives and macrobehavior*. New York, WW Norton & Company.
- Schmitz Jr, J. A. (2005). What determines productivity? Lessons from the dramatic recovery of the US and Canadian iron ore industries following their early 1980s crisis. *Journal of political Economy*, 113(3), 582-625.
- Shimizu, H. (1987). A general approach to complex systems in bioholitics. In *Lasers and synergetics: A colloquium on coherence and self-organization in nature* (pp. 204-223). Berlin Heidelberg, Springer.
- Smith, A. (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. London, Methuen. http://www.gutenberg.org/catalog/world/readfile?fk_files=3275283
- Stacey, R. D. (1995). The science of complexity: An alternative perspective for strategic change processes. *Strategic management journal*, 16(6), 477-495.
- Thom, R (1975) *Structural stability and morphogenesis: an outline of a general theory of models* (trans. Fowler DH). W. A. Benjamin, Reading.
- Trading Economics (online). <https://tradingeconomics.com>.
- Von Mises, L. (1998). *Human action: the scholar's edition*. Auburn, The Mises Institute.
- Watson, J. D., & Crick, F. H. (1953). Molecular structure of nucleic acids. A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171(4356), 737-738. <https://www.nature.com/scitable/content/Molecular-Structure-of-Nucleic-Acids-16331/>.
- Wikipedia (online) Voce: SPORTIVI CON IL MAGGIOR NUMERO DI MEDAGLIE OLIMPICHE.
- Wikipedia (online) Voce: STATISTICHE DI FORMULA 1.
- Wilber, K. (2000, 1st ed. 1995). *Sex, ecology, spirituality: The spirit of evolution*. Boston: Shambhala.
- Wilber, K. (2001, 1st ed. 1996). *A brief history of everything*. Boston: Shambhala.
- Zing Languages (2023 online). <https://zinglanguages.com/how-many-languages-in-the-world/>