

Marcello Orazio Florita

L'intreccio

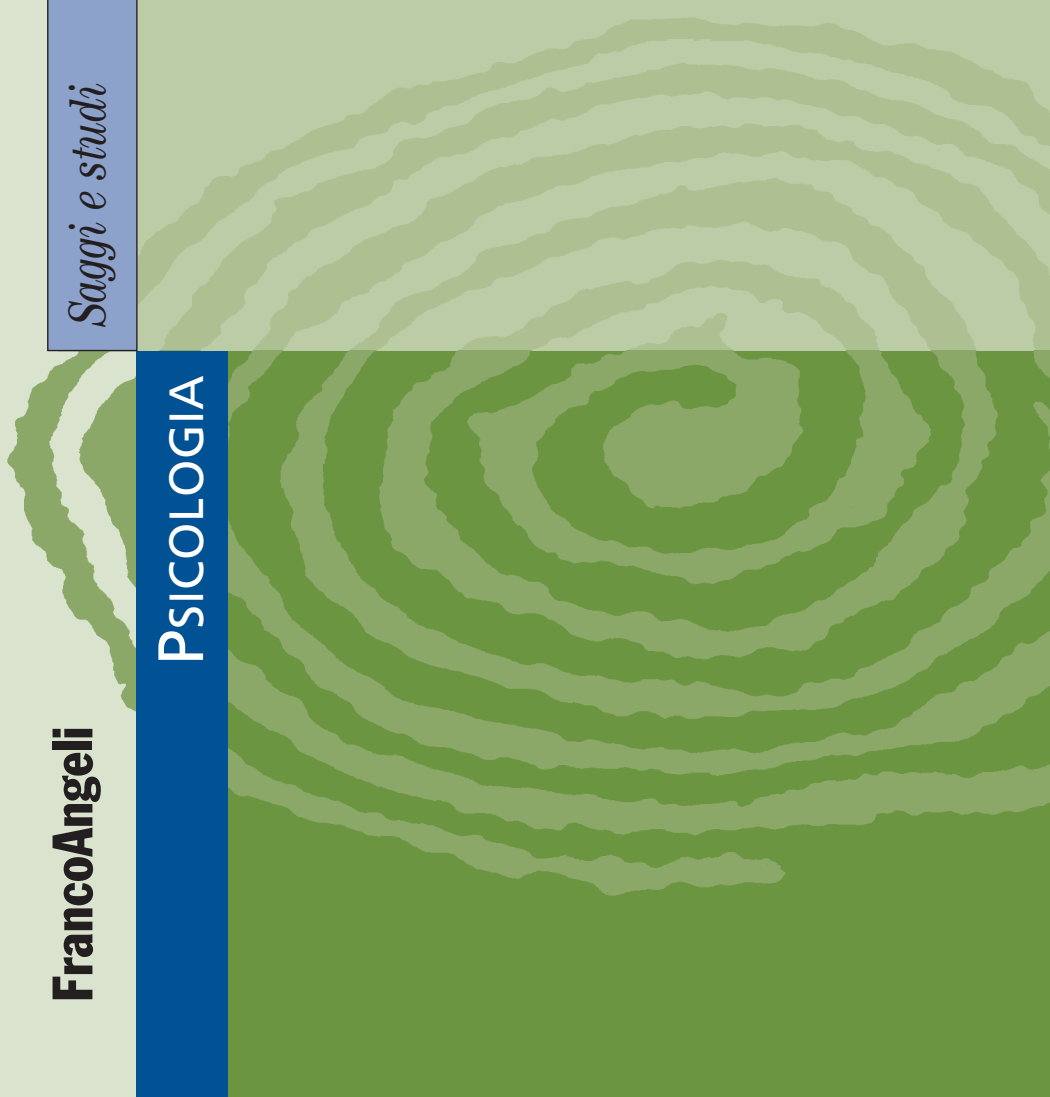
Neuroscienze,
clinica e teoria dei sistemi
dinamici complessi

Prefazione di Edoardo Boncinelli
Postfazione di Michele Minolli

Saggi e studi

FrancoAngeli

PSICOLOGIA



I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Marcello Orazio Florita

L'intreccio

Neuroscienze,
clinica e teoria dei sistemi
dinamici complessi

Prefazione di Edoardo Boncinelli
Postfazione di Michele Minolli

FrancoAngeli

PSICOLOGIA

Copyright © 2011 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

*A Francesca che ha dato sostanza a Licia
A Licia e i Nostri viaggi, i tanti passati e i molti futuri*

*A Paul e Berna amici fedeli
A Lina e al Loro paradiso
A Clara e al Loro più grande desiderio*

*A Roberta e Filippo che hanno incorporato in me
il sogno del loro intreccio amoroso...*

Indice

Prefazione , di <i>Edoardo Boncinelli</i>	pag. 9
Introduzione «SE I FATTI NON SI ADEGUANO ALLA TEORIA TANTO PEGGIO PER I FATTI»	» 11
1. Il concetto di sistema «LE DUE CARATTERISTICHE FONDAMENTALI PER DESCRIVERE I SISTEMI SONO GLI ELEMENTI E LE CONNESSIONI»	» 15
2. La svolta epistemica «NON È POSSIBILE CONOSCERE SIMULTANEAMENTE LA QUANTITÀ DI MOTO E LA POSIZIONE DI UNA PARTICELLA CON CERTEZZA»	» 26
3. La teoria dei sistemi dinamici complessi non-lineari «LA CONSERVAZIONE DI ENERGIA E TEMPO SONO CONSEGUENZA DELL'INVARIANZA PER TRASLAZIONI SPAZIO-TEMPORALI»	» 36

4. L'interazione e l'apertura	pag. 54
«L'INTERATTIVITÀ È UNA PROPRIETÀ CENTRALE DEL CONTINUO PROCESSO DI ORGANIZZAZIONE E RIORGANIZZAZIONE»	
5. La non-linearità	» 69
«LO SPOSTAMENTO DI UN SINGOLO ELETTRONE PER UN MILIARDESIMO DI CENTIMETRO, A UN MOMENTO DATO, POTREBBE SIGNIFICARE LA DIFFERENZA TRA DUE AVVENIMENTI MOLTO DIVERSI, COME L'UCCISIONE DI UN UOMO UN ANNO DOPO, A CAUSA DI UNA VALANGA, O LA SUA SALVEZZA»	
6. Spunti neuropsicologici; l'unitarietà del sistema umano	» 78
«SE DUE PUNTI CONTENUTI IN UNA RETTA r STANNO IN UN PIANO p , ALLORA p CONTIENE OGNI PUNTO DI r »	
7. La motivazione nel sistema Io-soggetto	» 106
«IL RISVEGLIO A UN PROBLEMA»	
8. Il cambiamento del sistema Io-soggetto: il processo psicoterapeutico	» 121
«IL RUOLO COSTRUTTIVO DEL NON EQUILIBRIO»	
Postfazione. Andare oltre, di Michele Minolli	» 147
Bibliografia	» 153

Prefazione

La lettura di questo libro di Marcello Florita ha suscitato in me una forte sensazione di *dejà vu*. Gli argomenti del libro, il modo di argomentare e la curiosità intellettuale che lo anima mi ricordano enormemente quelli del mio maestro e amico Aldo Carotenuto, del quale avevo e ho un'enorme stima intellettuale, anche se non facevamo altro che litigare. Sulla scienza, sul modo di intenderla e di utilizzare le sue scoperte e sulla sua pertinenza con le osservazioni e le interpretazioni della pratica clinica in psicoterapia.

Come lui, l'autore cerca di legare l'inquadramento dei diversi casi clinici in una cornice più generale di ispirazione scientifica o culturale in senso lato, di una cultura sempre legata alle acquisizioni o alle mitologie del presente. Ne risulta un quadro molto piacevole di agevole e stimolante lettura, che spazia dall'effetto farfalla al principio di indeterminazione, dalla teoria dei sistemi alla complessità, da Alan Turing a Ilya Prigogine, che ho personalmente conosciuto quando ero a Napoli.

Ammiro in Florita, come già facevo per Carotenuto, la curiosità intellettuale e la vastità degli interessi, la voracità delle letture e l'intraprendenza delle interpretazioni. Tutto ciò rende particolarmente interessanti gli argomenti che tratta e quasi emblematici i casi clinici ai quali si rivolge. Una lettura esaltante ed edificante.

Edoardo Boncinelli
Professore di Biologia e Genetica
Università Vita & Salute San Raffaele Milano

Introduzione

«SE I FATTI NON SI ADEGUANO ALLA TEORIA TANTO PEGGIO PER I FATTI»

HEGEL

Ero sull'aereo di ritorno dalla Bolivia. Un viaggio incredibile, straordinario, incredibilmente e straordinariamente faticoso. Una terra densa di contrasti che ho respirato e indossato fino al mio limite. Temperature ampiamente sotto lo zero. Un freddo sordo e impertinente. Un'aria rarefatta che sfugge al respiro. Energie dissipate nella corsa all'ossigeno. Un trekking a cinquemila metri, e un incontro che mi ha lasciato un'impronta profonda.

Eravamo in cinque, le dita di una mano tesa nell'impresa di afferrare e trattenere un qualcosa di troppo grande: la mia compagna di viaggio, io, il cuoco, la guida e il mulattiere (*el mulero*, per gli indigeni). Juan il mulero. Un viso solcato dall'irreversibile aratro della vita, una piuma indolente, fiacca ma penetrante. Una camicia generosa, spartito armonico del tempo e della fatica: zozza, bucata, sgualcita, ampia e scolorita. Un pantalone cinto da una fune e un paio di sandali indossati senza alcuna calza. Cosa? Un paio di sandali tra le montagne a meno quindici gradi e neanche un pedolino? Vestito di un paio di sandali e non più di esso, in un luogo ferocemente glaciale, con l'orgoglio di una storia di fatiche. Due muli, spinti e tirati a ogni passo montano, e un enorme sacco. Enorme come quello che i bambini disegnano a Babbo Natale. Juan è il mulero. Quello che trasporta i muli e il sacco più pesante, quello che non ha cellulare, che non ha tenda, che mangia gli avanzi, che va a prendere l'acqua la sera quando il freddo minaccia ogni tessuto, quello che, se il pane cade, quel pane è il suo (così si comportavano con lui). Quello che non ha denti, che ha cinquant'anni e ne

dimostra settanta, che non parla inglese, che non ha mai studiato, che ha gli occhi arrossati e annebbiati dai raggi ultravioletti, che ha la pelle intrisa di viaggi, di cadute, di fatiche. La Bolivia, per chi vive tra le Ande sulla Cordillera Apolobamba, è un luogo di fatiche e stenti. Mai una doccia calda, un letto con il materasso, un calorifero e una camera dove dormire. Solo stenti, fatiche, un fuoco acceso e tutti abbracciati a esso come se il freddo, mascalzone agguerrito, ci accerchiasse fino all'ultima scintilla.

Juan è il mulero. I miei pensieri andavano spesso su di lui e il mio sguardo fotografava ogni suo particolare che s'incorporava e intrecciava con la sua terra, la sua storia e le sue fatiche. Le immense fatiche.

Sull'aereo ripensavo a lui. Perché proprio di lui avevo chiesto e parlato con Ivan, la guida. – Ivan, ma quanti anni ha Juan? Adesso Juan tornerà indietro da solo rifacendo tutto il percorso per la seconda volta? Altri cinque giorni di trekking con i suoi sandali, il suo sacco e i suoi muli? Ma perché non smette di faticare, di fare questo lavoro? – Assetato e affamato, come durante il trekking, di cogliere qualche tratto emergente, qualche mosaico di una vita lontana dalla mia. Di una sofferenza fisica resa quotidiana. Lì un respiro è sofferenza, fatica. – Ivan, dimmi qualcosa di Juan – Lui abita nella Cordillera Apolobamba, vicino a Ilo Ilo. E tu non ci crederai. Ti ricordi quel giorno che abbiamo allungato la strada per evitare la miniera d'oro? – Sì Ivan, ricordo, quel giorno mi dicesti che solo Juan poteva passare attraverso la miniera – Ecco, se ricordi quel giorno, ora ti posso spiegare il motivo. Juan è un azionista della miniera d'oro. Un azionista capisci. Guadagna minimo duemila dollari al mese e talvolta molto di più. – No Ivan, non ci credo! – Ripeto, ti ricordi quel giorno? Lui era l'unico di noi che poteva passare tra le miniere. A nessun altro era permesso. Lui è un azionista. Non ci credevo neanche io quando lo seppi, ma è così. La sera in tenda c'erano cinque persone, quattro sedute sulle sedie, una per terra, quella seduta per terra era la più ricca delle cinque – Allora perché? Ivan non capisco, perché allora fa il mulero? – Perché Juan ha deciso di investire i suoi soldi in due muli e ora, mi ha detto “devo farli lavorare, non posso tenerli fermi, il mio investimento va fatto fruttare!”. E poi l'ennesima informazione non-lineare: – Sai, poi ha anche altri investimenti. Sì, Juan è proprietario di due case che affitta a La Paz. Sai cosa significa per noi avere due case a La Paz, eh? – Un insieme di sincretismi e di contrasti complesso e inestricabile.

Juan è un azionista di una miniera d'oro che decide di investire qualche soldo in due muli. E ora deve farli lavorare, deve far fruttare il suo investimento e per questo motivo fa il mulero a tempo perso.

Nella terra della fatica, un uomo decide che per far sopravvivere i suoi risparmi deve faticare. Per far sopravvivere i muli deve farli faticare. Per

vivere deve faticare. Faticare. Cinque giorni ininterrotti di trekking, senza lavarsi, senza fermarsi, senza letto, senza sedia, senza cintura, senza parlare, senza un aiuto, senza calze e senza denti. E poi il ritorno, senza compagni di viaggio, solo con i suoi due muli e la fatica.

La sopravvivenza in Bolivia è organizzata sulla fatica, Juan è organizzato sulla fatica. Un intreccio profondo tra la fatica del corpo, la fatica della mente, il sopravvivere con fatica e la scelta della fatica. Fatica è sopravvivenza sulla Cordillera Apolobamba.

Quel viaggio, quell'itinerario condiviso con Juan mi ha lasciato tante domande e la necessità di rispondervi. Mi ha lasciato l'idea che nell'uomo c'è una coerenza che dà sopravvivenza e, al contempo, un'imprevedibilità incredibile. Il suo corpo, le sue vesti, il suo sguardo, i suoi sandali, i suoi silenzi, il suo oro, la sua indigenza, la sua storia, le sue scelte, il tutto intrecciato indissolubilmente: questo è Juan. Un essere profondamente incomprensibile e complesso. Una storia complessa.

La storia della complessità, come ogni storia, si sviluppa in modo diseguale, in molti luoghi, in tempi e con ritmi e direzioni differenti, indipendenti o addirittura contrastanti. Questo volume si definisce attraverso l'*intreccio* di molti itinerari, presentati nelle loro specificità e nelle loro differenze, con la consapevolezza che proprio l'approfondimento di queste specificità e di queste differenze è l'unica via per una loro comunicazione reciproca, per una loro integrazione, per una loro ibridazione, per una loro distinzione, per la costruzione di un discorso sulla complessità in grado di produrre sempre nuovi punti di vista, sempre nuovi universi del discorso, sempre nuovi scarti, sempre nuove controverse (Bocchi, Ceruti, 1985, XXV).

L'itinerario che faremo insieme cercherà di intrecciare i contrasti, le discipline, le scienze, i linguaggi, le storie e le persone. "L'urto tra le dottrine è un'occasione, un'opportunità" (Prigogine, Stengers, 1981, p. 20). L'idea di fondo non è quella di districare i fili sottili che legano l'essere umano, di ridurli in spaghi uniformi, ma di intrecciarli in modo da ordire una trama complessa, che è la vita, che è l'essere vivente. L'essere vivente come un sistema dinamico complesso.

1. Il concetto di sistema*

«LE DUE CARATTERISTICHE FONDAMENTALI PER DESCRIVERE I SISTEMI SONO GLI ELEMENTI E LE CONNESSIONI»

DE TONI, COMELLO

“Per trattare con le macchine non banali esistono tre differenti strategie. La prima è di ignorare il problema, e questo è ciò che succede di solito. La seconda è di rendere banale qualunque cosa, in maniera tale da poterla trattare. Quando sono di cattivo umore sono solito dire: ‘è così che ci comportiamo con i bambini’. I bambini sono macchine non banali, ci pongono le domande più strane e ci richiedono le risposte più imbarazzanti. Sono creature meravigliose, impossibili da prevedere. Ma se li si manda a scuola verranno resi banali. [...] La terza strategia – ed è quella che naturalmente propongo – è invece quella di sviluppare un’epistemologia che prenda in considerazione la non banalità di qualunque cosa con cui si abbia a che fare” (Von Foster, 1995).

Se il concetto di sistema è valido per spiegare i moti terrestri (il sistema solare), la flora e la fauna (l’eco-sistema), un animale (sistema vivente), le nostre risposte immunitarie (sistema immunitario), il funzionamento del cervello (sistema nervoso centrale), l’insieme delle strutture cerebrali sottocorticali (sistema limbico), l’insieme delle ghiandole che secernono gli ormoni (sistema endocrino), i vasi-tessuti-capillari attraverso cui circola la linfa (sistema linfatico), le strutture anatomiche atte alla respirazione (sistema respiratorio) o una cellula, perché non potrebbe essere utile per comprendere il funzionamento dell’uomo nel suo complesso? È da questa domanda che è nata l’esigenza di pensare all’uomo al pari di qualsiasi altro essere vivente, cioè come un sistema: il sistema antropologico.

Il termine sistema deriva dal verbo greco *synistemi*, “porre insieme”. La mia intenzione è dunque quella di “porre insieme”, poiché troppo spesso ci confrontiamo con un’idea di uomo costruito e funzionante tramite compartimenti stagni. Vi è una teoria che spiega il funzionamento del cervello e un’altra che parla della mente, una che dimostra l’esistenza di un’anima e un’altra che sottolinea i meccanismi che regolano l’agire del corpo, trattando l’uomo come se fosse diviso tra software e hardware, al pari di un computer. La sensazione è che così facendo si perda di vista il nostro funzionamento unitario, dove ogni parte di noi è strettamente connessa e influenzata

* Il presente capitolo è stato scritto con la collaborazione di Giuseppe Bolotta.

da un'altra. Ecco perché, nel pensare all'uomo, credo che possa essere utile ed esaustivo adottare il modello del sistema. L'uomo è un insieme di arti, organi, tessuti, cellule, atomi o più semplicemente è un tutt'uno che comprende e vive con, e tramite, questi elementi.

Proviamo a inoltrarci nella metafora del sistema. Molteplici definizioni possono essere utilizzate per descrivere questo concetto, ma un sistema, nella sua accezione più generica, è un insieme di *entità connesse tra di loro* tramite *reciproche relazioni* visibili o definite dal suo osservatore. “Vi sono sistemi di numeri e di equazioni, sistemi di valori o di pensiero, sistemi di leggi, sistemi solari, sistemi organici, sistemi economici, sistemi di comando e di controllo, sistemi elettronici. [...] I significati del termine sistema vengono spesso confusi. Il più generale, tuttavia, è il seguente: un sistema è un insieme di unità interagenti che sono in relazione tra loro. [...] Lo stato di ciascuna unità è vincolato, coordinato, o dipendente dallo stato delle altre unità” (Miller, 1986, p. 48). La caratteristica di un sistema può essere dunque l'equilibrio complessivo dato dall'interazione unitaria che si crea fra le singole parti che lo contraddistinguono e costituiscono.

Un sistema è un “tutto funzionale”, composto da un insieme di elementi costitutivi (sottosistemi, unità) che, se collegati, sviluppano un livello di organizzazione fondamentalmente differente da quello che caratterizza le singole parti componenti (Levine, Fitzgerald, 1992). A questo proposito mi viene in mente un'occasione in cui ho avuto la chiara sensazione che l'interazione tra i vari elementi costitutivi dell'uomo, anche se non affini dal punto di vista funzionale, può dare vita a un'organizzazione differente da quella delle singole parti a causa dell'unitarietà intrinseca del sistema umano. Qualche giorno fa camminavo per strada quando all'improvviso mi sono reso conto di aver incrociato lo sguardo con una persona che mi sembrava chiaramente di conoscere. Ahimè, come spesso capita con le persone non famigliari, non riuscivo assolutamente ad associare la faccia alla persona. Mi giro, la guardo, ma niente, nessun ricordo. La memoria rievocativa, e soprattutto quella legata a un volto di una persona, l'ho sempre considerata profondamente disgiunta dal corpo, dalle azioni, anche se non vi è nessuna logica per ipotizzare una cosa del genere, se non l'aderire a un concetto di corpo come macchina slegato dalla mente. In quella situazione mi sono reso conto del contrario. Preso dalla voglia di ricordare chi fosse ho cercato elementi, associazioni verbali o qualsiasi cosa che mi aiutasse. L'unica cosa che mi “veniva in mente” era un'azione. Non so se in questo caso “venire in mente” sia la costruzione verbale adeguata, fatto sta che non avevo un'immagine, un'associazione verbale ma un'azione. Quella strana azione collegata a quel volto era l'essere chinato, seduto e il porgere qual-

cosa verso l'alto. Avevo ben chiaro il gesto, il mio corpo accartocciato e una mano che si leva e passa qualcosa. Strano, pensavo, non è un'azione usuale. Da lì mi sono chiesto quali fossero le occasioni in cui mi sia capitato di compiere un'azione simile. La mente, le associazioni non mi erano di grande aiuto. A questo punto ho cercato di assumere quella postura, chinato, seduto, curvo su di me, e poi, ho mosso il braccio. Chinato? Seduto? Ricurvo su di me con la mano che si alza? Improvvisamente, dopo aver mimato vagamente i gesti, mi si è aperto uno spiraglio; l'unico momento in cui mi viene da compiere gran parte di quella sequenza di azioni è quando mi allaccio le scarpe. Nel giro di qualche minuto avevo chiaro in testa che l'azione fisica collegata a quel volto era quella di allacciarsi le scarpe e passare qualcosa. Ah sì, mi stavo rivedendo seduto in un negozio di scarpe. Tramite quell'azione ho ripescato nella memoria l'occasione in cui avevo assunto quella posizione, il tutto mi sembrava familiare e affine a quel volto. Da lì a poco mi sono ricordato che quell'uomo era il commesso di un negozio di scarpe dove vado abitualmente. Non esattamente una persona nota, perché non so né il suo nome né altro, ma nella mia memoria, o meglio, in me vi era una traccia chiara di lui. Quell'incontro mi ha stimolato molte riflessioni e mi ha permesso di dare sostanza all'idea del "tutto funzionale", del tutto interconnesso. In un'organizzazione unitaria, come è l'uomo, le singole parti non assolvono solo i compiti specifici ma sono in interazione continua con altri elementi. Un'azione, il fare un'azione, mi ha portato a ricordarmi un volto. Il corpo, l'agire del mio corpo è stato, in quell'occasione, il principale meccanismo mnestico. Il corpo e il suo agire sono stati la mia memoria? Ecco un esempio lampante di interconnessione, ove i singoli elementi assolvono compiti al di là della loro funzione specifica, e di unitarietà del sistema. Per questo motivo non amo la metafora del corpo come semplice macchina governata da una mente astratta e onnipotente. Per questo motivo non mi stupisco che George Downing, membro della facoltà d'insegnamento dell'unità di psichiatria infantile presso l'Ospedale Salpetrière, sostenga, in "Il Corpo e la Parola", l'efficacia delle terapie corporee e ne incentivi l'uso nelle terapie psicologiche: insomma "avere una mente richiede di più di un cervello" (Noë, 2010, p. 7).

Dopo questa parentesi molto pratica utile per appropriarsi del paradigma dentro al quale ci stiamo muovendo, mi sembra opportuno riprendere qualche riflessione teorica riguardo al concetto di sistema. Va detto che per comprendere al meglio la struttura e la funzione di un sistema diventa necessario individuare gli elementi che lo costituiscono e le modalità con cui essi interagiscono (Bolotta, 2008).

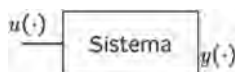
Tra le dimensioni descrittive del comportamento di un sistema è possi-

bile distinguere le seguenti variabili, dette grandezze terminali, che ne caratterizzano l'interazione con l'esterno:

- *variabili in uscita o uscite del sistema*: sono quelle che, rappresentando il prodotto del sistema, meglio ne caratterizzano l'evoluzione in relazione diretta agli obiettivi dello studio;
- *variabili di ingresso o ingressi del sistema*: sono quelle che, agendo dall'esterno sul sistema, influenzano l'evoluzione delle uscite;
- *variabili di stato interno*.

Naturalmente stiamo riflettendo sul sistema in via strettamente teorica e per questo vi risulterà difficile comprendere a pieno queste definizioni. Facciamo allora un ulteriore passo in avanti e proviamo a semplificare il tutto rappresentandolo visivamente.

Un sistema può essere rappresentato graficamente in questo modo:



Da questa figura si può notare come, in accordo con la definizione di sistema semplice, in un sistema agiscono delle variabili d'ingresso che determinano le variabili in uscita.

Come precedentemente indicato, il modello mette in relazione ingressi e uscite attraverso un ulteriore gruppo di variabili (x) di stato interno del sistema, anch'esse determinanti nell'influenzare le variabili d'uscita. Se il tutto vi richiama alla mente la "black box", non dovete stupirvi, perché è da lì che parte la Teoria dei Sistemi Classica, ma ben oltre andremo perché questa è solo una riflessione teorica di partenza. Si deve sottolineare come la scelta degli ingressi e delle uscite da monitorare non sia univoca, ma risulti strettamente legata agli scopi di ricerca e utilizzo del sistema. Il caso più generale che si possa considerare comporta l'esistenza di un sistema con molteplici grandezze d'ingresso e di uscita (detto sistema MIMO, acronimo dell'inglese Multiple-Input-Multiple-Output). Naturalmente una raffigurazione del sistema in questi termini non è applicabile a tutti gli ambiti della scienza, ma è stata sicuramente adatta all'ambito logico-matematico e cibernetico che l'applica frequentemente. Lo studio della teoria dei sistemi ha trovato un notevole sviluppo in particolare negli anni Trenta, grazie agli studi dei sistemi artificiali, ove questo modello spiegativo si è dimostrato particolarmente efficace (Bolotta, 2008). Cavalcando l'onda della cibernetica e dei sistemi artificiali la teoria dei sistemi è stata progressivamente apprezzata ed esportata a numerose altre scienze. Tanto è vero che, con il tempo, si è resa necessaria una classificazione dei sistemi in *base a natura e comportamento*.

Rispetto alla *natura* si possono distinguere (Chiaverini *et al.*, 2003):

- *sistemi naturali*: sono quelli che si possono trovare in natura come l'uomo, le piante ecc.;
- *sistemi artificiali*: sono creati dall'uomo per soddisfare determinate esigenze, oppure sono il frutto di collegamenti logici tra fenomeni al fine di interpretare situazioni più complesse; a questo secondo tipo fanno riferimento, a titolo esemplificativo, le concezioni di sistema economico, ecosistema ecc.;
- *sistemi misti*: ottenuti mediante una combinazione dei sistemi descritti in precedenza. Un esempio può essere fornito da una serra, in cui, all'interno di capannoni costruiti dall'uomo al fine di ricreare particolari condizioni ambientali, sono presenti le piante, tipico esempio di sistema naturale.

Rispetto al *comportamento* del sistema si possono distinguere:

- *sistema aperto*: sistema che scambia qualcosa con l'ambiente (per ambiente si intende tutto ciò che non fa parte del sistema);
- *sistema chiuso*: non scambia nulla con l'ambiente; di fatto, in natura, non esistono sistemi totalmente chiusi. Si può affermare, comunque, che in un sistema chiuso l'intervento dell'ambiente esterno risulta secondario rispetto allo scopo della ricerca;
- *sistema deterministico*: sistema in cui il comportamento risulta inequivocabilmente noto, una volta definita la sollecitazione alla quale lo si sottopone;
- *sistema probabilistico*: sistema per il quale non può essere individuata una corrispondenza univoca tra sollecitazione e comportamento; un esempio può essere la roulette: in via teorica, al lancio della pallina dovrebbe corrispondere un risultato completamente casuale;
- *sistema continuo*: sistema la cui condizione in un certo istante di tempo si presenta comunque diversa da quella nell'istante precedente, per quanto piccolo possa essere l'intervallo che separa questi due istanti;
- *sistema discreto*: può trovarsi solo in un numero finito di condizioni, ben diverse l'una dall'altra e che risultano stabili per un determinato intervallo di tempo, fino all'arrivo di un'ulteriore sollecitazione;
- *sistemi statici*: sono quelli la cui condizione rimane immutata e, almeno apparentemente, invariata nel tempo. Rispetto a eventuali spostamenti, i continenti costituiscono un sistema statico, su intervalli di tempo dell'ordine di grandezza della durata di una vita umana;
- *sistemi dinamici*: sono quelli la cui condizione varia percettibilmente nel tempo;
- *sistemi stazionari o tempo invarianti*: sono sistemi in cui la risposta alle