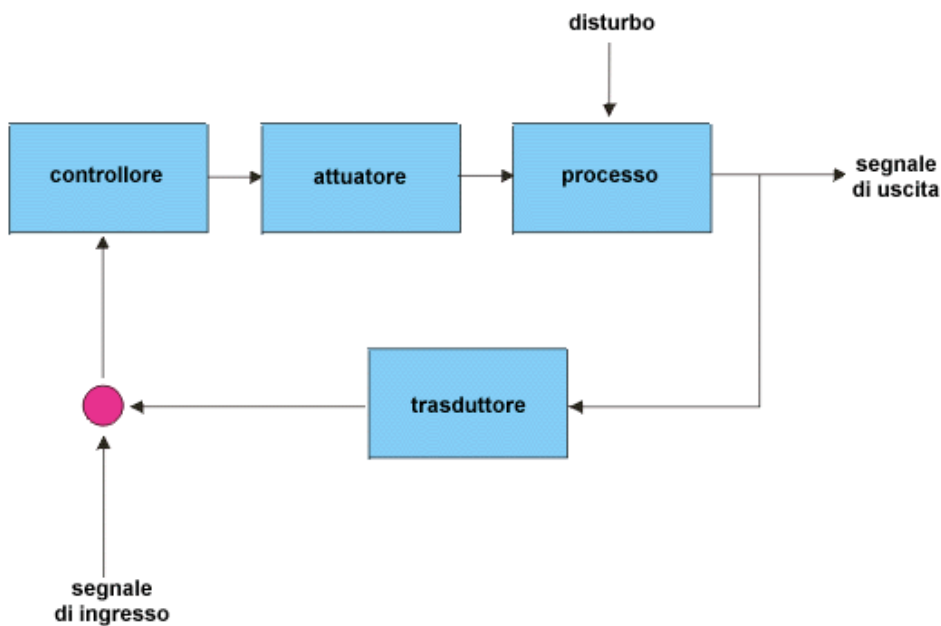


CIBERNETICA Dall'ingl. *Cybernetics*, dal gr. *Kybernētìcòs*, agg. di *Kybernē'tēs* "pilota, nocchiero".

Malgrado nella sua storia abbia assunto diversi significati oggi con "cibernetica" si intende un nuovo ramo della scienza applicata che mira a riprodurre le operazioni del cervello umano in complessi meccanici ed elettronici. Viene troppo spesso ed erroneamente pensata come la scienza dell'automazione, e ciò in virtù del forte legame che si stabilì fin dall'inizio tra questa disciplina e la robotica. In realtà chi si interessa di cibernetica sa che essa ha un orizzonte assai più vasto. È un termine generico, ma ancora usato per molti dei temi legati a l'intelligenza artificiale, sistemi complessi, teoria di complessità, sistemi di controllo e dinamici, teoria di informazione e della matematica. Una definizione più filosofica è suggerita nel 1956 da Louis Couffignal, uno dei pionieri della cibernetica, descrivendola come "l'arte di accertare l'efficacia di azione".

Descrizione: Ripercorrendo la storia di questo termine, troviamo una prima impronta nell'età classica, quando Platone parlando di "governare" fa riferimento al governo di carri e navi, ma anche di popoli. Un termine quindi che si lega fortemente al concetto di politica (governare e guidare uno stato). Questa disciplina infatti, attraversa molteplici campi di ricerca, viene utilizzata nel corso dell'800 da alcuni autori francesi in senso sociologico. Nel XIX sec. infatti, il fisico André-Marie Ampère utilizza questo termine per descrivere le scienze che governano il sistema di classificazione della conoscenza umana. La cibernetica come disciplina è stata stabilita saldamente da Wiener, da McCulloch e da altri studiosi come W. Ross Ashby e W. Grey Walter. Walter collabora alla costruzione di robot autonomi che offrono un sussidio, allo studio del comportamento animale. Insieme con Stati Uniti ed Inghilterra, la Francia svolge un ruolo determinante nella formulazione di molte delle teorie, che saranno riprese dalla cibernetica moderna. Il moderno significato nasce durante la seconda guerra mondiale e risale al progetto di un meccanismo di puntamento per artiglieria antiaerea condotto da Wiener Norbert e dall'ingegnere Julian Bigelow. Wiener Norbert adopera per la prima volta il concetto di cibernetica nel 1948, nell'ambito di questo progetto. Alcune premesse di questo progetto sono già anticipate, un anno prima, con la pubblicazione, da parte di Wiener, del testo: "Cibernetica, controllo e comunicazione nell'animale e nella macchina" dove si occupa del controllo automatico e della comunicazione tanto nei sistemi naturali quanto in quelli artificiali. Il problema cui devono sopperire gli scienziati Wiener e Bigelow deriva dalla necessità di lanciare un proiettile non su un bersaglio fisso ma che può muoversi a grande velocità e con moto arbitrario. Da qui l'idea di elaborare un sistema nel quale il proiettile è lanciato non direttamente sul bersaglio, ma in un punto antecedente la traiettoria. Era necessario quindi uno strumento di monitoraggio dell'aereo ed un sistema di controllo che ne anticipasse i movimenti. A tale proposito risultano essenziali gli studi condotti da Wiener, sulla tecnica del controllo e del cosiddetto principio del feedback (retroazione).



Esempio di sistema con retroazione: Si tratta di un sistema che modifica il proprio comportamento interagendo con l'ambiente e avendo da questo una continua risposta. Un esempio elementare di retroazione negativa può essere il termostato per regolare la temperatura in un locale; un esempio più complesso è il processo mediante il quale un mammifero mantiene una temperatura corporea costante. Tutti gli organismi viventi utilizzano la retroazione negativa per sopravvivere. La retroazione è negativa, quando l'intervento del controllore si oppone alle variazioni del segnale di uscita, in modo da stabilizzare il processo. La retroazione è positiva, quando una modifica del segnale viene esaltata dal controllore. Si ha un esempio di retroazione positiva nel comportamento di un animale in una situazione di pericolo imminente, quando cioè il cervello agisce in modo da provocare il rilascio di sostanze, come l'adrenalina, che aumentano l'attenzione e la capacità di reazione. Negli organismi viventi il cervello si autocontrolla correggendo tutte le possibili deviazioni; ciò è possibile in quanto ad ogni momento, nel corso di un'azione, informazioni circa l'inadeguatezza dell'azione sono trasmesse indietro al cervello appunto attraverso un sistema di impulsi retroattivi o feedbacks. Controlli di questo tipo presiedono a tutte le attività dell'organismo.

Definizione: La cibernetica è una disciplina che si occupa dello studio unitario dei processi riguardanti «la comunicazione e il controllo nell'animale e nella macchina» (secondo la definizione di N. Wiener, 1947): partendo dalle ipotesi che vi sia una sostanziale analogia tra i 'meccanismi di regolazione' delle macchine e quelli degli esseri viventi e che alla base di questi meccanismi vi siano processi comunicazione e di analisi di informazioni, la cibernetica si propone da un lato di studiare e di realizzare macchine ad alto grado di automatismo, atte a sostituire l'uomo nella sua funzione di controllore e di pilota di macchine e di impianti, e dall'altro lato, inversamente, di servirsi delle macchine anzidette per studiare determinate funzioni fisiologiche e dell'intelligenza. Da un punto di vista più generale la cibernetica può essere definita come lo studio generale di sistemi complessi altamente organizzati, indipendentemente dalla loro particolare natura. Sono state proposte anche altre definizioni della cibernetica: fra esse va esplicitamente menzionata l'identificazione fra la cibernetica e la teoria dell'informazione, e fra la c. e lo studio del linguaggio, nella sua più vasta accezione di strumento di comunicazione, ad accentuare il ruolo centrale che il 'messaggio' e la 'comunicazione' giocano in tutti i processi che interessano la cibernetica. Pertanto non può

dirsi che vi sia un accordo unanime degli studiosi sulla natura esatta della c. e sui suoi limiti. Sta di fatto però che sotto il segno della c. si è determinato un incontro e si è avviato un movimento di idee inteso a promuovere una più intensa collaborazione fra campi di ricerca assai disparati: da quelli propri dell'ingegneria, della fisica, della biologia, a quelli propri di scienze quali la psicologia, l'antropologia, la sociologia, l'economia. Primo scopo della c. è, in definitiva, di confrontare l'uomo e l'animale con la macchina (→ bionica), anche se, nella storia della scienza, non è questa la prima volta che viene istituito tale confronto. Ciò che vi è di essenzialmente nuovo nella c. è l'estensione del concetto di meccanismo, che viene basato sulla natura funzionale piuttosto che su quella strutturale di un sistema.

Controreazione e omeostasi: Il meccanismo fondamentale, sempre presente in un sistema autoregolato, è la controreazione, consistente in una correlazione fra i cambiamenti di stato e lo stato del sistema stesso, tendente a controbilanciarne le variazioni. L'ipotesi specifica della cibernetica è che anche negli organismi viventi l'attività volontaria e quella riflessa da un canto, e i fenomeni di regolazione, stabilità e adattamento dall'altro, sono fondamentalmente basati su meccanismi di controreazione. Questa ipotesi ha cercato conferme mediante l'applicazione dei concetti cibernetici all'analisi di alcuni fenomeni fisiologici e nella realizzazione di dispositivi meccanici (automi) che presentano caratteristiche di stabilità, adattamento e apprendimento simili a quelle degli esseri viventi. Il principio della controreazione domina non solo la nozione di stabilità di un sistema, ma anche quella di tendenza a una meta, o comportamento teleologico, e più in generale ancora quella di adattamento all'ambiente, di cui la stabilità non costituisce che un caso particolare. Dal punto di vista cibernetico, si dice che un sistema A, in un certo stato, 'tende alla meta' M, intesa come un nuovo stato, se l'attività di A tende a ridurre la differenza tra lo stato attuale di A e lo stato perseguito M. Perché un sistema possa agire in questo modo è necessario: a) che esso sia dotato di organi effettori interni, cioè di organi interni capaci di modificarne lo stato; b) che il sistema sia in grado di rilevare quantitativamente la differenza fra lo stato attuale e quello perseguito; c) che l'informazione relativa a questa differenza sia tradotta in comandi per gli organi effettori che ne determinino l'attività in maniera da ridurre la differenza rilevata. Ciò implica appunto la presenza di un circuito chiuso del tipo classico a controreazione. Si parla invece di 'adattamento' quando un sistema è in grado di modificare il proprio stato e il proprio comportamento in relazione con le variazioni dell'ambiente in modo da rendere possibile l'esistenza di condizioni di stabilità. Questa tendenza all'equilibrio, tanto più spiccata quanto più si sale nella scala degli esseri viventi, è stata messa in luce da W.B. Cannon, che le ha dato il nome di omeostasi, indicandola come il principale fattore di sopravvivenza nei confronti di condizioni ambientali variabili. L'adattamento omeostatico è connesso, nel linguaggio della cibernetica, con meccanismi di controreazione di livello superiore: esso implica infatti la presenza di circuiti di controreazione secondari atti a regolare e a modificare i circuiti di controreazione primari in base a una determinazione delle condizioni di instabilità.

Processi intelligenti: Nel campo della cibernetica sono stati fatti molti studi per comprendere i meccanismi di funzionamento del cervello e del pensiero, concentrando l'attenzione su come si svolgono nella mente umana quei processi che solitamente vengono definiti intelligenti e se e come essi possano essere simulati con una macchina. Lo sviluppo degli elaboratori elettronici ha permesso di approfondire la natura dei processi di elaborazione delle informazioni, secondo schemi non solo prefissati, ma anche capaci di evolversi e di modificarsi, permettendo a tali macchine di manifestare tipici fenomeni di apprendimento. La teoria matematica sulla quale è fondata la cibernetica è comunque la teoria dell'informazione, talché questa, com'è già stato accennato, viene talora addirittura identificata con la cibernetica. Il motivo basilare di questo fatto è che tutti i processi che interessano la cibernetica, sia che concernano gli organismi viventi, sia che concernano le

macchine e gli automi, sono processi di correlazione tra le varie parti di un organismo complesso. Il coordinamento delle varie parti è sempre affidato a una trasmissione di segnali la cui natura fisica dipende ovviamente dalle particolarità fisiche del sistema, ma le cui proprietà funzionali, quelle appunto che più direttamente interessano la cibernetica, non hanno alcun particolare legame con il fatto che i segnali siano di natura meccanica o elettrica o chimica o nervosa. Ciò che vi è di comune in tutti questi processi è la trasmissione di un'informazione, opportunamente codificata a seconda della natura del sistema. I successi della cibernetica nel campo delle applicazioni tecnologiche hanno confermato le enormi possibilità dei sistemi artificiali di regolazione e comunicazione, che Wiener e altri pionieri della cibernetica si proponevano di studiare da un punto di vista unitario. Mentre però il programma cibernetico prevedeva la parallela teorizzazione matematica dei processi naturali e sociali di trattamento dell'informazione e la conseguente intercambiabilità tra i risultati di tali campi di studio e quelli delle scienze dell'artificiale, di fatto i progressi ottenuti nei rispettivi settori appaiono raramente dovuti proprio a un'analisi comparativa del modo di operare dei sistemi animali, umani e artificiali. Ciò nonostante, il programma cibernetico rimane in gran parte valido nei suoi aspetti fondamentali e ha dato luogo a notevoli successi nel campo della modellistica in termini di strutture gerarchizzate di diversi tipi di neuroni, dei fenomeni di regolazione dei movimenti dell'occhio e della percezione visiva, delle reazioni optomotorie, delle attività del cervelletto e delle interazioni cerebro-cerebellari. Le difficoltà incontrate in sede di attuazione integrale dei progetti iniziali della cibernetica sono attribuibili in parte al loro carattere eccessivamente interdisciplinare. Solo studiosi eccezionali possono infatti abbracciare dall'alto di un completo dominio della matematica e della logica contemporanee la ricchissima fenomenologia offerta da un insieme di scienze apparentemente prive di terreno comune, come l'elettronica e la genetica, la chimica e la psicologia, l'economia e la glottologia. Il campo dell'intelligenza artificiale comprende oggi vari altri aspetti dei procedimenti di elaborazione dell'informazione, dalla percezione visiva o uditiva e dal riconoscimento di forme ai metodi deduttivi e induttivi, all'apprendimento, alla risoluzione generale di problemi. I programmi per elaboratori vengono visti come procedure astratte, ma traducibili in linea di principio in meccanismi concreti corrispondenti, almeno come modelli funzionali, alle strutture nervose che danno luogo alle ordinarie manifestazioni animali e umane d'intelligenza. La trattazione in termini cibernetici delle corrispondenze fra strutture nervose naturali e strutture artificiali non è ancora giunta al punto di sostituire con elementi e circuiti le complicatissime realtà del cervello umano. Tuttavia grandi progressi tecnologici sono avvenuti soprattutto nella fabbricazione di elementi compatti che, analogamente ai neuroni naturali, costituiscono essi stessi una complessa unità di elaborazione d'informazione e superano, come efficienza in rapporto al loro volume, peso e consumo di energia, le previsioni più ottimistiche.

Bibliografia: Dizionario Garzanti della Lingua Italiana, XXI edizione, Garzanti Editore s.p.a., Milano, 1982.

MINERVA, Nuova Enciclopedia Universale, Zenit Editrice s.r.l., Milano, 1982.

Webliografia

http://www.altercatio.com/quaestio/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=33

<http://murzim.net/notiziario/980406.htm>

<http://www.marcostefanelli.com/subliminale/psicocyber.htm>

<http://perseo.cib.na.cnr.it/cibcnr/chisiamo/cib.html>