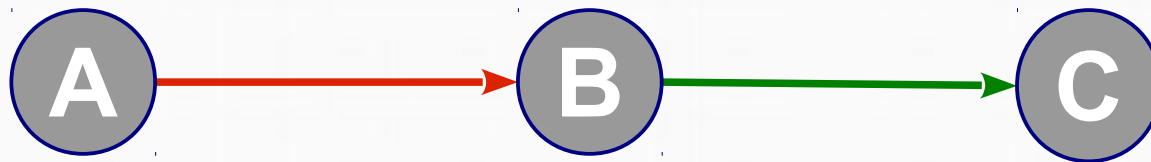


Come funzionano i sistemi complessi?

- Nei sistemi complessi ogni componente (variabile) agisce su una o più componenti



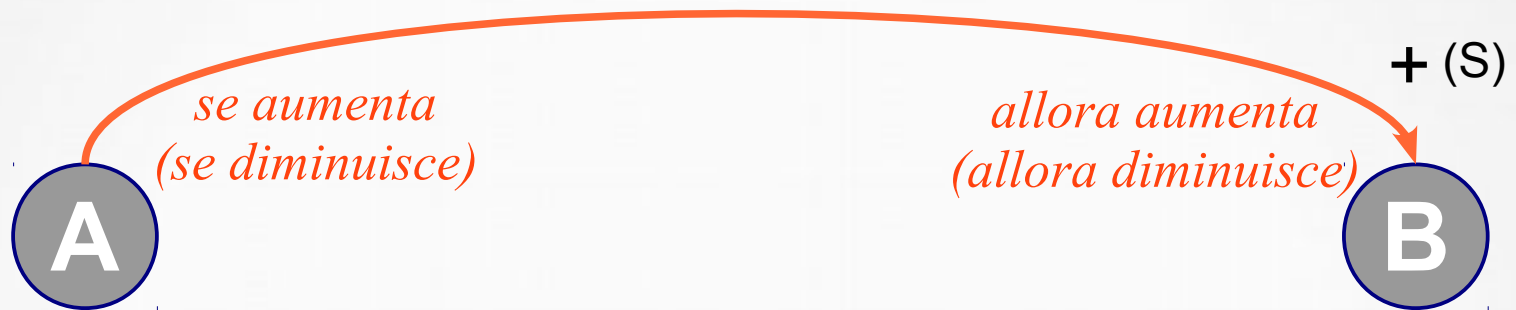
- Una variabile può contemporaneamente influenzare ($B \rightarrow C$) ed essere influenzata da un'altra ($A \rightarrow B$) variabile

Variabili e relazioni causali

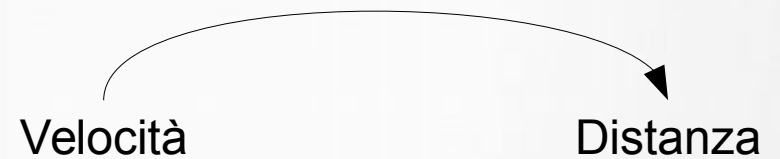
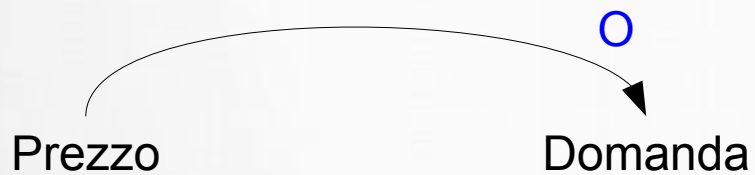
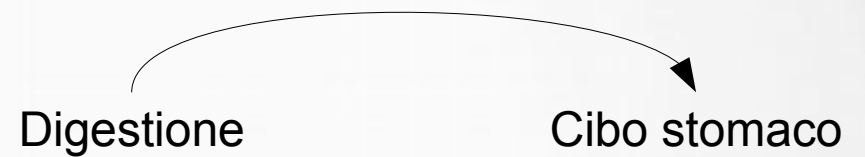
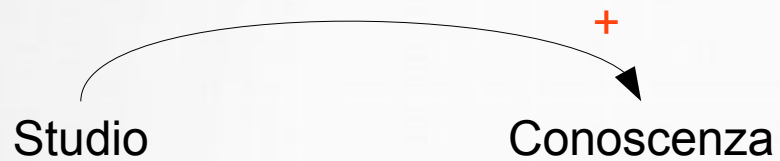
- Le **variabili** possono essere **quantitative** e misurabili (reddito, individui, produttività) o **qualitative** (motivazione, fiducia, morale)
- Le **relazioni causa-effetto** che legano le variabili vengono indicate con delle frecce e i **nessi** con i segni **+** e **-** oppure con le lettere **S** (*same*) e **O** (*opposite*)



Variabili e relazioni causali

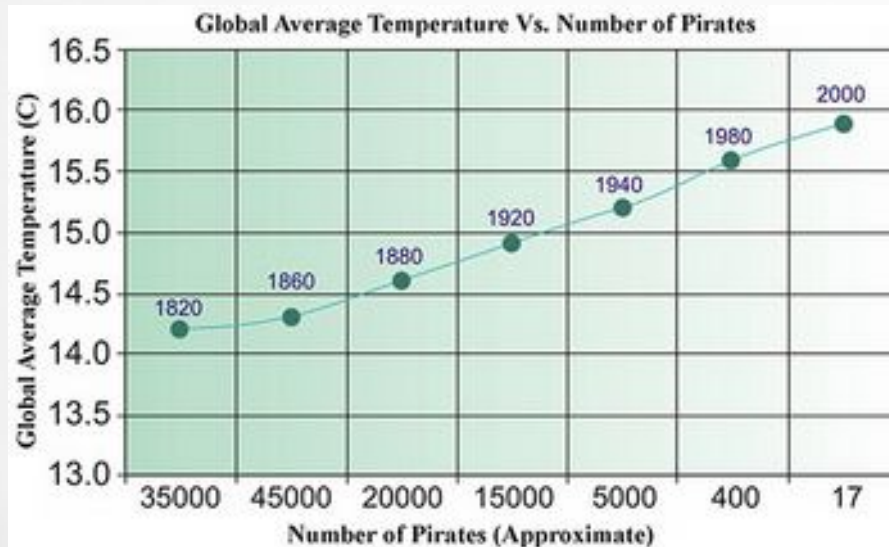


Variabili e relazioni causali

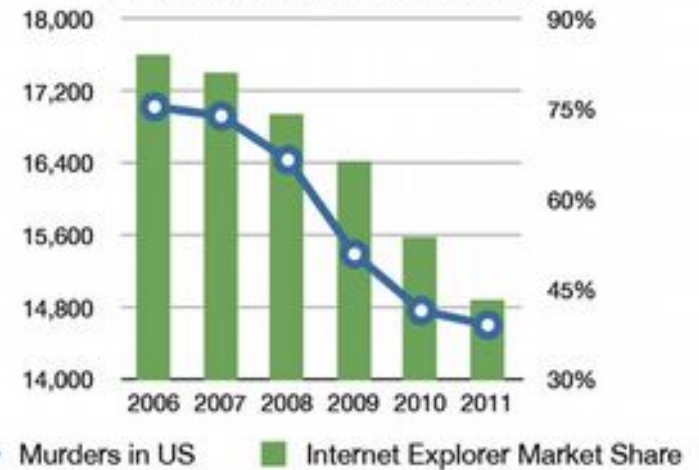


Variabili e relazioni causali

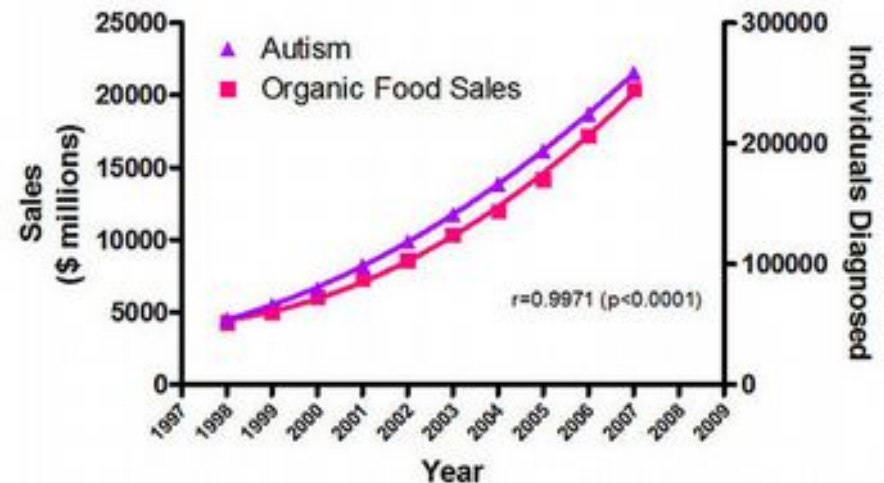
- Correlazione spurie
(**variabili senza nesso**)



Internet Explorer vs Murder Rate

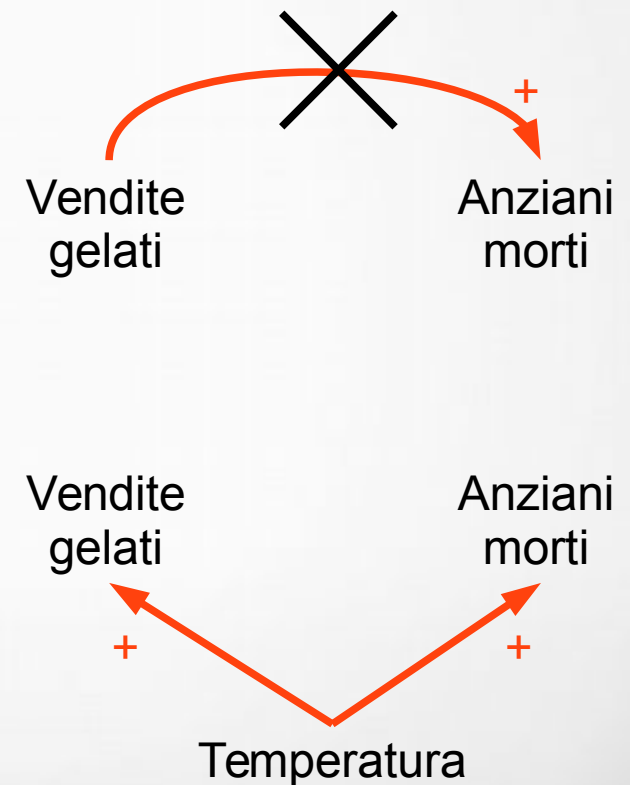
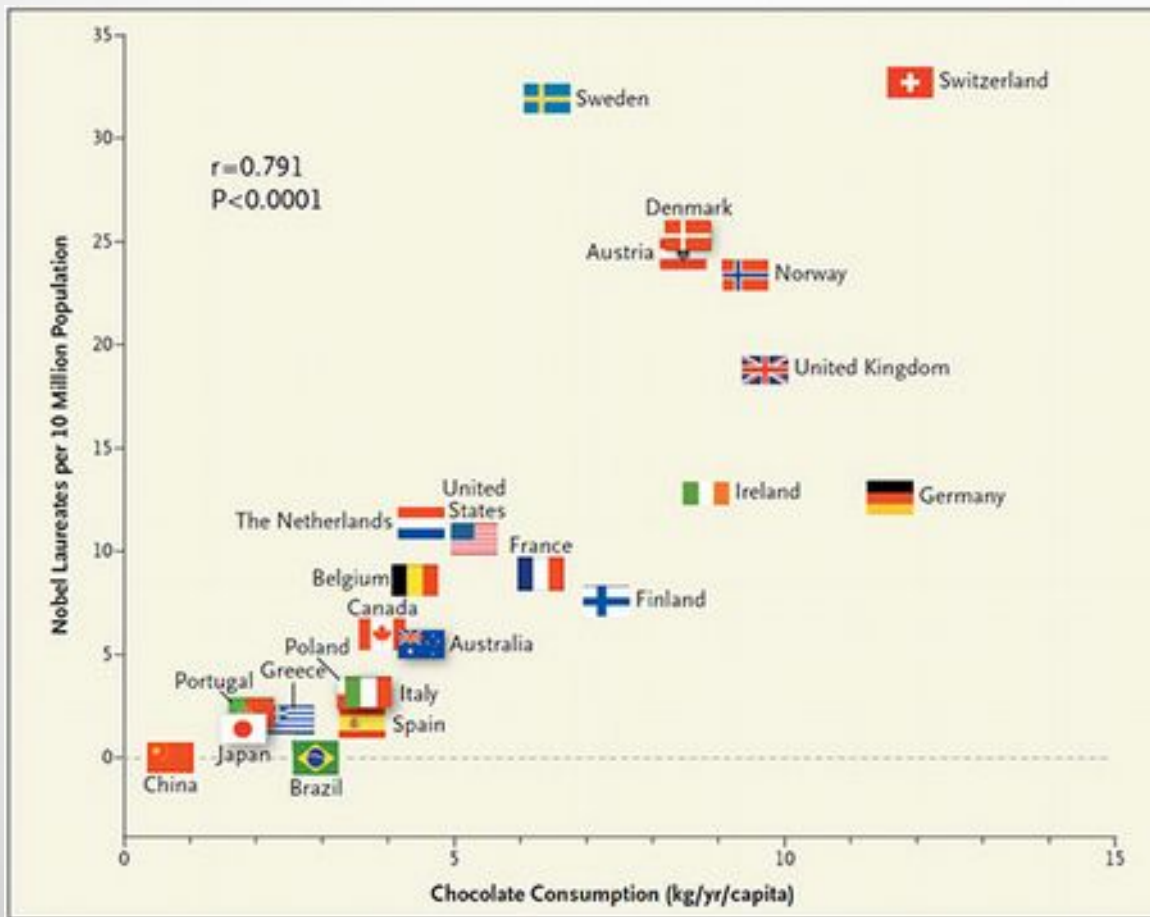


The real cause of increasing autism prevalence?



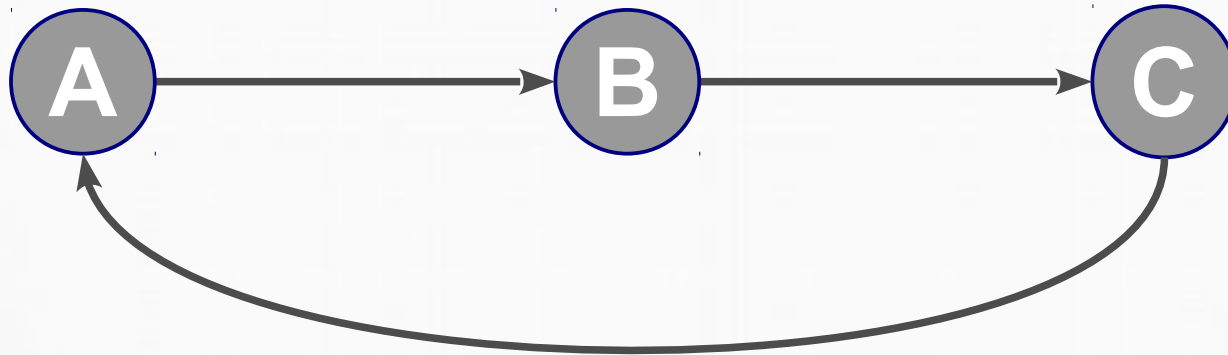
Variabili e relazioni causali

- Correlazione indirette
(due variabili correlate da una terza)



Retroazione o feedback

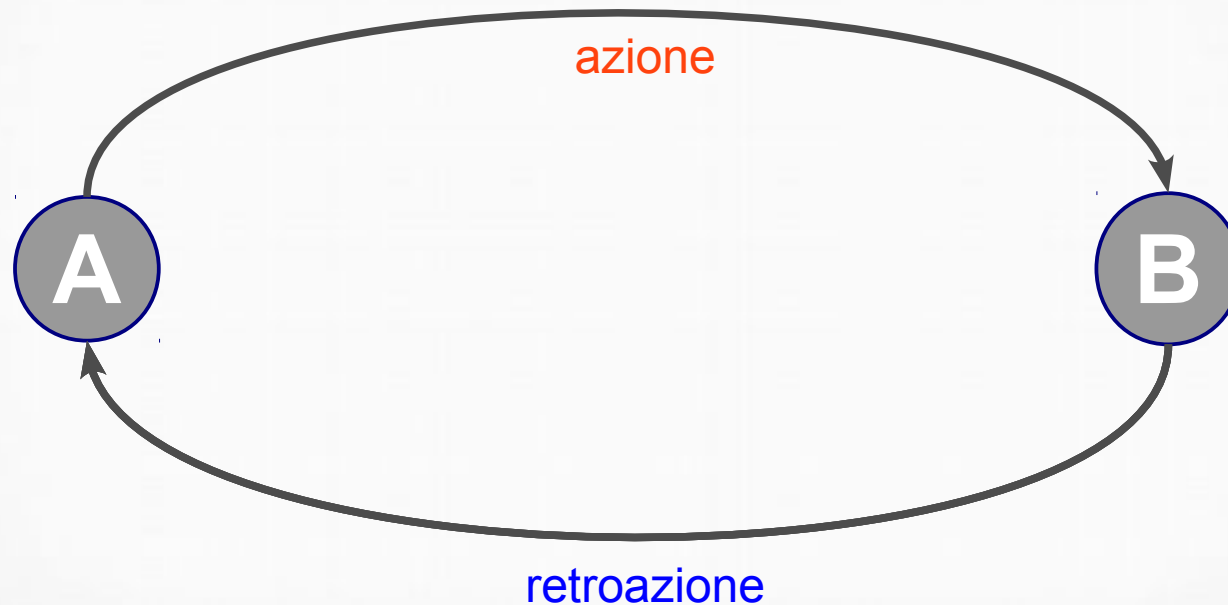
- Quando la variabile influenzata agisce a sua volta, direttamente o indirettamente sulla prima si parla di



circuito di retroazione
(feedback loop)

Retroazione o feedback

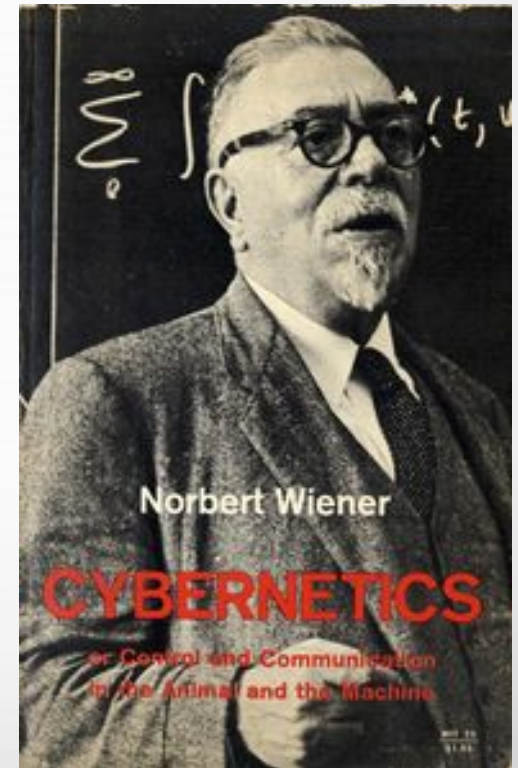
- In pratica, qualunque **inter-azione** presuppone un feedback:



Interazione = **azione** + **retroazione**

La cibernetica

- I meccanismi di feedback furono studiati dai **cibernetici** in quanto alla base dei **meccanismi di controllo e di comunicazione** dei sistemi meccanici, biologici, umani e sociali.
- Dal greco: [*kyberneticos*] **l'arte del pilota**
- **Norbert Wiener**
Cybernetics, or control and communication in the animal and machine (1948)



Retroazione o feedback

- In base al tipo di relazione che lega le variabili il **ciclo di feedback** può essere:
 - ✓ **positivo** → retroazione *eccitatoria*
 - ✓ **negativo** → retroazione *inibitoria*
- Chiamati rispettivamente "**demone**" e "**angelo**" per indicarne la natura diametralmente opposta

