

All stable processes we shall predict. All unstable processes we shall control (John von Neumann)

**Teoria del Controllo**  
**MODULO 1b**  
Le 5 regole del Systems  
Thinking e i CLDs

Non accontentarti di meno di quanto sei  
in grado di fare (P. Senge, 1992, p. XIV).

Aula Volta  
Palazzo Centrale



# Agenda

- In questo SECONDO MODULO mi propongo di affrontare i seguenti temi, oggetto del **Capitolo 1** del testo:

- Ruolo del Systems Thinking nella costruzione delle learning organizations [par. 1.1]
- Le cinque discipline per formare le learning organizations e l'ipotesi di una **sesta disciplina** [par. 1.5]

Modulo 1a

- Presentazione di alcune definizioni di sistema

new

- Le regole del Systems Thinking [par. 1.2]
- Le tecniche per costruire modelli di sistemi intesi come Causal Loop Diagrams [par. 1.3]
- Esempi di CLD [par. 1.3]
- Cenno alla simulazione e al System Dynamics [par. 1.4]
- Due leggi generali del Systems Thinking [par. 1.4].



# Sistema. Definizioni generali

- Un **sistema** può essere definito come un complesso di elementi interagenti [interconnessi]. Interazione significa che gli elementi,  $p$ , sono connessi da relazioni,  $R$ , in modo tale che il comportamento di un elemento  $p$  in  $R$  è differente da quello che sarebbe il suo comportamento rispetto ad un'altra relazione  $R'$  (L. von Bertalanffy, Sistemi, p. 97).
- [...] sistemi materiali, i cui elementi sono legati da una **catena di relazioni causa-effetto**. Tali sistemi posseggono proprietà distinte da quelle degli elementi che li costituiscono ed hanno loro propri modi d'azione [emergenti] non deducibili unicamente dai modi d'azione degli elementi [costituenti] (O. Lange, Parte e tutto, pag. 35).
- Con la parola sistema si indica un oggetto, dispositivo o fenomeno, la cui evoluzione nel tempo si manifesta attraverso la variazione di un certo numero di **attributi misurabili** (vettore di variabili). Esempi: una macchina utensile, un motore elettrico, un calcolatore, un satellite artificiale, l'economia di un paese (G. Marro, Teoria dei sistemi e del controllo, Zanichelli, Bologna, 1989, pag. 1).

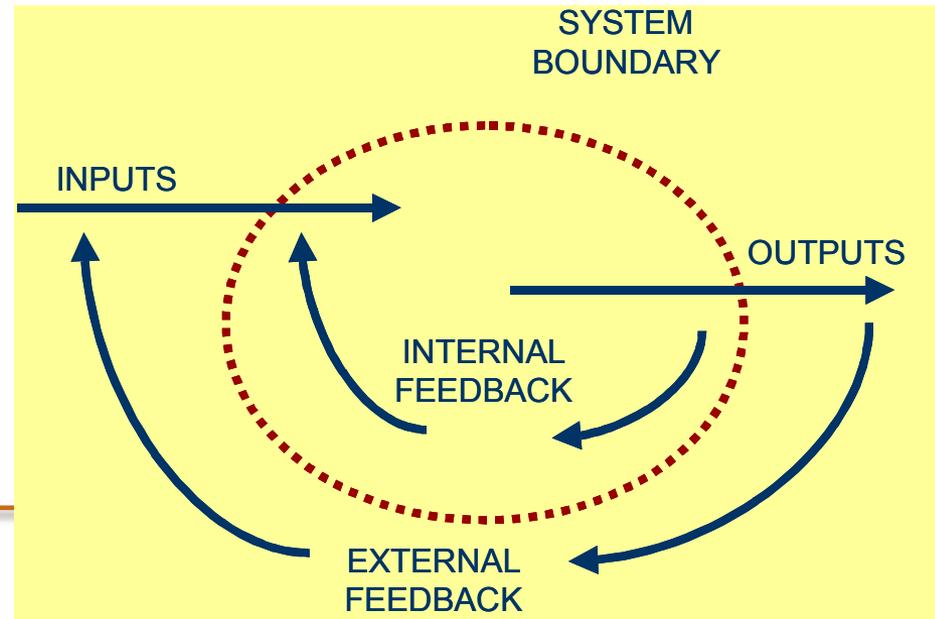


# Sistema. Definizione dalla Scienza dei sistemi. Sandquist new

**i** [A system is:] Any collection, grouping, arrangement or set of elements, objects or entities that may be material or immaterial, tangible or intangible, real or abstract to which a measurable relationship of **cause** and **effect** exist or can be rationally assigned (Sandquist, Introduction to System science, Prentice-Hall Inc N. J, 1985, p. ).

## ■ Logica della definizione

- Si osservano le relazioni di **causa** e di **effetto** e la loro **connessione dinamica**.



# Agenda

- In questo SECONDO MODULO mi propongo di affrontare i seguenti temi, oggetto del **Capitolo 1** del testo:

- Ruolo del Systems Thinking nella costruzione delle learning organizations [par. 1.1]
- Le cinque discipline per formare le learning organizations e l'ipotesi di una **sesta disciplina** [par. 1.5]

Modulo 1a

- Presentazione di alcune definizioni di sistema
- Le regole del Systems Thinking [par. 1.2]
- Le tecniche per costruire modelli di sistemi intesi come Causal Loop Diagrams [par. 1.3]
- Esempi di CLD [par. 1.3]
- Cenno alla simulazione e al System Dynamics [par. 1.4]
- Due leggi generali del Systems Thinking [par. 1.4].



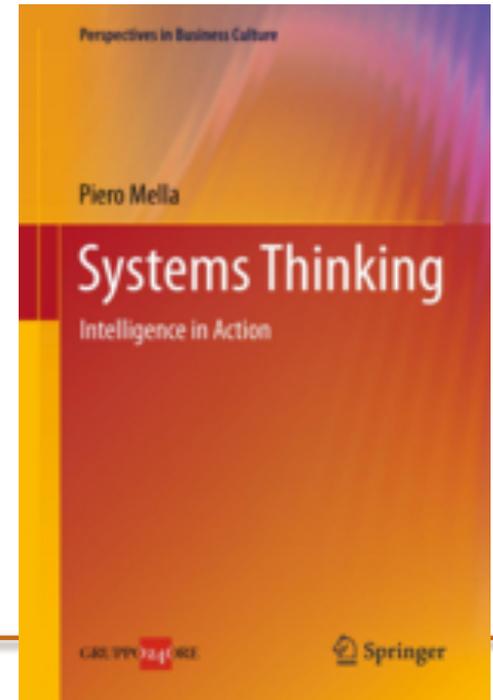
# Contenuti della disciplina

- Il Systems Thinking comprende:
  - **Regole logiche** per osservare il mondo, richiamate al **Par. 2**,
  - **Regole tecniche** per costruire modelli per rappresentare il mondo, richiamate al **Par. 3**.
- Queste regole **non** sono state esplicitate da Peter Senge, che ha presentato il Systems Thinking in modo intuitivo, ma sono state da me formalizzate nel testo:

**P. Mella, Systems Thinking, Intelligence in action, Springer, 2012**

(lo consiglio solo per approfondimenti)

Nel testo citato ho cercato di formalizzare **cinque** semplici **regole logiche** che presenterò in questo **modulo** insieme con le **regole tecniche**.



# Le 5 regole logiche del Systems Thinking

- Ecco le **cinque** semplici **regole logiche**:

- 1. Dobbiamo** essere capaci di «vedere gli alberi e la foresta» di zoomare tra tutto e parti.
- 2. Dobbiamo** ricercare ciò che varia osservando il mondo in termini di variabili e di loro variazioni nel tempo.
- 3. Dobbiamo** sforzarci di capire la causa delle variazioni nelle variabili che osserviamo.
- 4. Dobbiamo** abituarci a concatenare le variabili in modo circolare fino a specificare i loop tra le loro variazioni e formare **sistemi di variabili**.
- 5. Dobbiamo** abituarci a specificare sempre i **confini del sistema** che vogliamo indagare.

Ho scritto **dobbiamo** perché – non dimentichiamolo – sono **regole** di una **disciplina**.



# Prima regola

## L'arte dello zoomare

- La **prima regola**, per applicare la quale occorre un costante esercizio, è quella che impone di

**«vedere gli alberi e la foresta».**

- Questa regola che sta alla base del pensiero sistemico può essere tradotta così:

**«Se vogliamo ampliare la nostra intelligenza, dobbiamo sviluppare l'attitudine a “zoomare” tra parti e tutto, tra unità e componenti, tra micro e macro dinamiche».**

- **Ergo : «impara a zoomare in e out».**



# Il pensiero sistemico è una disciplina olistica. Meglio: olonica

Pag. 369

- **Il Pensiero Sistemico è l'attuazione del pensiero olonico.**
- Nell'osservare l'Universo che ci circonda, a livello fisico e biologico, nella sfera reale o formale non dobbiamo limitarci a considerare gli oggetti (atomi, molecole, cellule, individui, sistemi, parole o concetti, processi, ecc.) quali unità autonome ed indipendenti, ma dobbiamo sempre tenere conto che ciascuna di tali **unità** è una individualità **autonoma** ma è, contemporaneamente, un **intero** – composto da **parti** di minore ampiezza – e **parte** di un **intero** più ampio.
- È un **holon**, appunto!



**Il mondo non è composto di atomi o simboli o cellule o concetti. E' composto di oloni (Ken Wilber, 2001, pag. 21).**



# Athur Koestler, 1967

- Il concetto di olone (holon) è stato introdotto da Arthur Koestler, nel 1967, con il suo volume **The Ghost in the Machine**, con una intuizione semplice e chiara:



**Parti ed interi non esistono in senso assoluto nel dominio della vita [...] L'organismo deve essere concepito come una gerarchia multi-livello di sub unità, ramificate in sub unità di livello inferiore, e così via. Le sub unità ad ogni livello della gerarchia sono definiti come oloni (holons) [...] Il concetto di olone è volto a riconciliare l'approccio atomistico a quello olistico (Koestler, 1967; Appendix I.1).**



Per saperne di più: **P. Mella, The holonic revolution. Holons, Holarchies and holonic networks**, Pavia University Press, 2010.

- **Il Testo è pubblicato on line e scaricabile gratuitamente.**



# Le regole del Systems Thinking

- Nel mio testo citato ho cercato di formalizzare **cinque** semplici **regole logiche** che presenterò insieme con le **regole tecniche**:

**1. Dobbiamo** essere capaci di «vedere gli alberi e la foresta» di zoomare tra tutto e parti.

**2. Dobbiamo** ricercare ciò che varia osservando il mondo in termini di variabili e di loro variazioni nel tempo.

**3. Dobbiamo** sforzarci di capire la causa delle variazioni nelle variabili che osserviamo.

**4. Dobbiamo** abituarci a concatenare le variabili in modo circolare fino a specificare i loop tra le loro variazioni e formare **sistemi di variabili**.

**5. Dobbiamo** abituarci a specificare sempre i **confini del sistema** che vogliamo indagare.

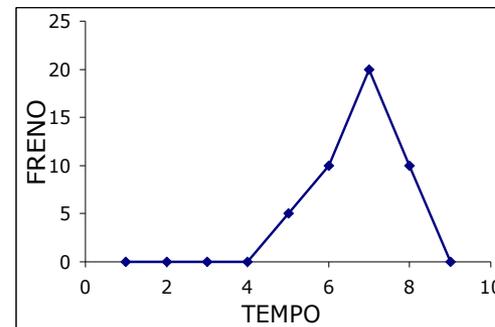
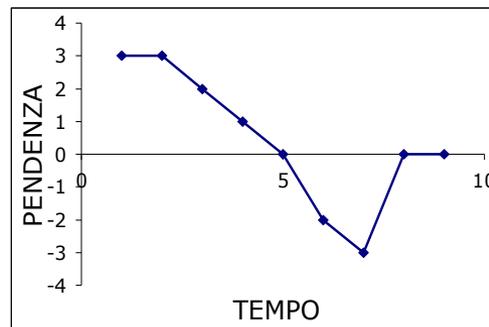
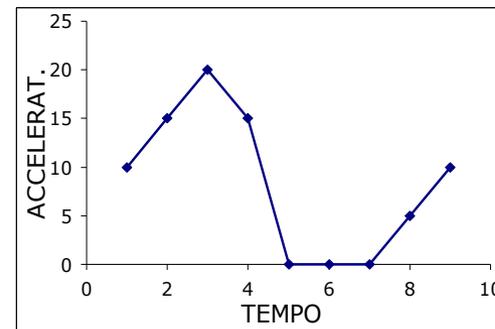
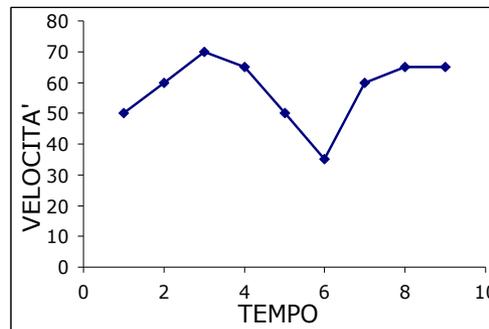
Ho scritto **dobbiamo** perché – non dimentichiamolo – sono regole di una disciplina.



# Seconda regola

## Un mondo di variabili

- La **seconda regola** afferma che dobbiamo abituarci **vedere il mondo in termini di variabili temporali e non di oggetti.**
- **Non un'automobile ma:**



- **«Le variabili sono gli elementi di base che costituiscono i sistemi nel Systems Thinking».**



# Le regole del Systems Thinking

- Nel mio testo citato ho cercato di formalizzare **cinque** semplici **regole logiche** che presenterò insieme con le **regole tecniche**:
  - 1. Dobbiamo** essere capaci di «vedere gli alberi e la foresta» di zoomare tra tutto e parti.
  - 2. Dobbiamo** ricercare ciò che varia osservando il mondo in termini di variabili e di loro variazioni nel tempo.
  - 3. Dobbiamo** sforzarci di capire la causa delle variazioni nelle variabili che osserviamo.
  - 4. Dobbiamo** abituarci a concatenare le variabili in modo circolare fino a specificare i loop tra le loro variazioni e formare **sistemi di variabili**.
  - 5. Dobbiamo** abituarci a specificare sempre i **confini del sistema** che vogliamo indagare.

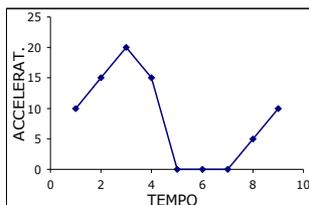
Ho scritto **dobbiamo** perché – non dimentichiamolo – sono regole di una disciplina.



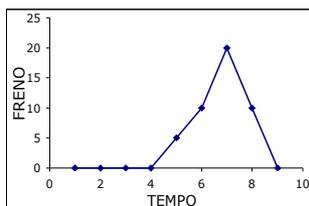
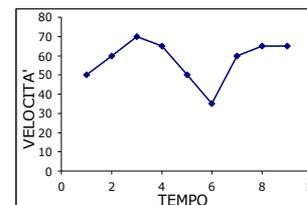
# Terza regola

## Ricerca le relazioni causali

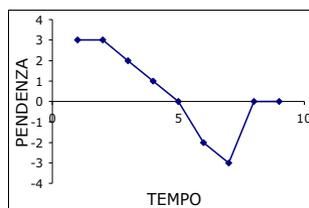
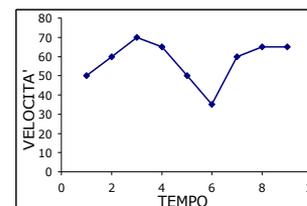
- «Se vuoi comprendere veramente il mondo, cerca di capire la causa delle variazioni nelle variabili che osservi».



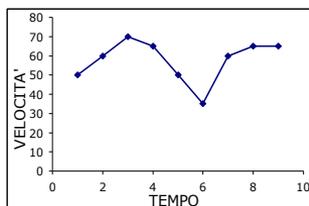
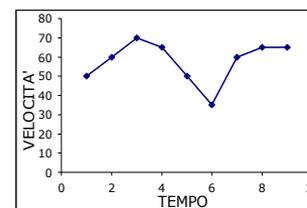
Pressione acceleratore → Velocità



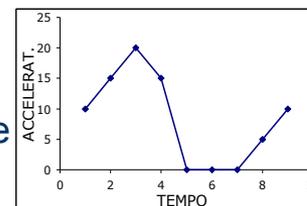
Pressione freno → Velocità



Pendenza della strada → Velocità

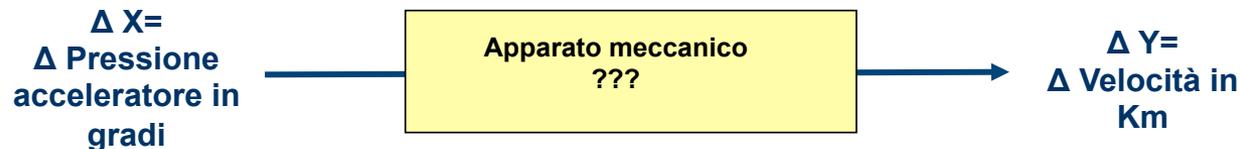


Velocità → Pressione acceleratore



# Relazione causale tra variabili

- **Conveniamo che una relazione tra variabili sia causale:**
  - se deriva da un **processo** riconoscibile (conosciuto o ipotizzato) che **connette** la variabile in input alla variabile in output e tale che,
  - ad uno o più  **$\Delta$  input corrisponda** uno o più  **$\Delta$  output, sempre.**



# Black box

- In genere la conoscenza del processo causante non è necessari nel Systems Thinking.
- Il processo è considerato una **black box**.
- Lo stesso Norbert Wiener, il padre della Cibernetica, utilizzava normalmente il concetto di **black box**.



I termini “scatola nera” e “scatola bianca” sono espressioni di comodo e metaforiche dall’uso non molto ben definito. Per **scatola nera** io intendo qui un elemento di apparato [...] che esegue una determinata operazione in dipendenza del potenziale di ingresso, senza che si abbiano però informazioni circa la struttura secondo cui l’operazione si compie (Wiener, 1968: 20, nota 4).

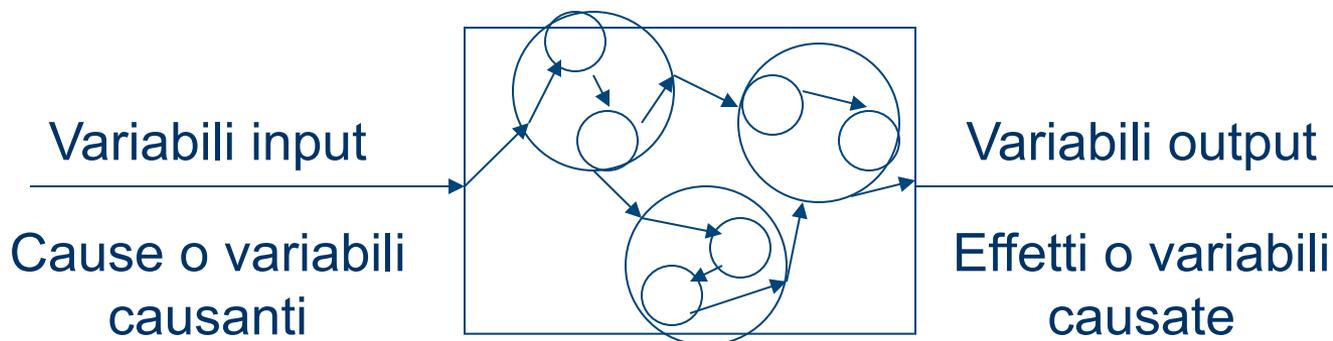


# Sistemi composti

new

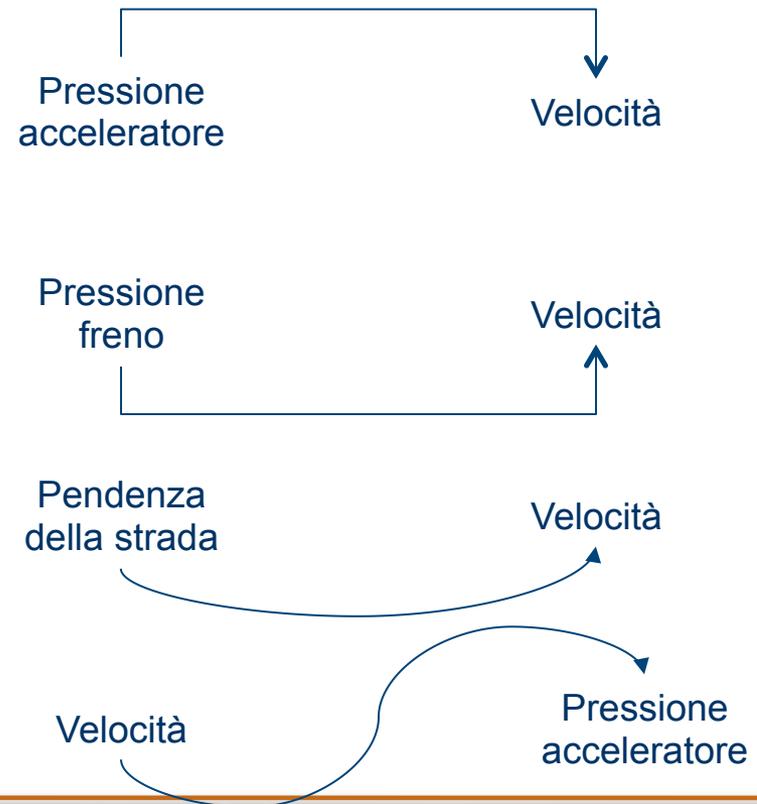
Molto importante

- Cosa succede se un sistema è composto di altri sottosistemi?
- O se è parte di un più ampio sistema?
- **Nella visione olonica del Systems Thinking,**
  - per quanto analizziamo i sistemi **verso il piccolo**, ogni **sottosistema** è sempre un sistema causale;
  - per quanto analizziamo i sistemi **verso il grande**, ogni **supersistema** è sempre un sistema causale.



# Le frecce sottintendono i processi causali

- Supponendo il processo quale **Black box**, ci interessano le variabili **causa** ed **effetto**.
- Possiamo **ignorare i processi** e rappresentare le **relazioni causali** con una **freccia** di qualunque forma.



**Attenzione! Le relazioni causali presentano:**  
**una direzione di collegamento**  
**un senso di variazione**

# Le relazioni causali hanno una direzione di collegamento

- Dovendo esprimere **relazioni causali**, le variabili non possono essere connesse liberamente.
- Occorre specificare la **direzione del collegamento**, della connessione.

si

Pressione freno → Velocità

si

Pressione freno ← Velocità

si

Pendenza della strada → Velocità

no

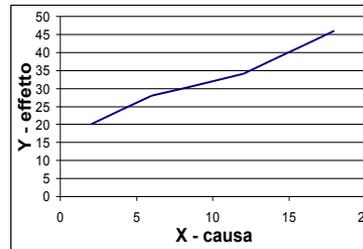
Pendenza della strada ← Velocità



# Le relazioni causali hanno un senso di variazione

- Il **senso di variazione** specifica come la variazione della causa produce la variazione dell'effetto.
- Indichiamo con “**s**” e con “**o**” il senso del collegamento.

“**S**”



X=Pressione  
acceleratore

Y=Velocità

$+\Delta x$

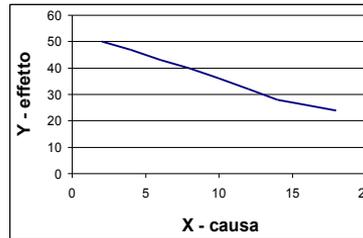
$-\Delta x$

**S**

$+\Delta y$

$-\Delta y$

“**O**”



X=Pressione  
freno

Y=Velocità

$+\Delta x$

$-\Delta x$

**O**

$-\Delta y$

$+\Delta y$



# I nomi delle variabili

## ■ Quali variabili rappresentare?

- variabili **flusso** (flusso d'acqua del rubinetto, reddito nazionale, arrivi, partenze, nascite, morti, ecc.),
- variabili **stock** (livello dell'acqua, ricchezza nazionale, code d'attesa, *stock* di magazzino),
- variabili **intensità** (apertura rubinetto, produzione giornaliera, consegne orarie, pressione dei pedali dell'auto),
- variabili **reali** (dipendenti, assunzioni, reclami, finanziamenti),
- variabili **mentali** o psicologiche (paura, stress, soddisfazione, stanchezza).

## ■ Come assegnare i nomi alle variabili?

- È assolutamente “proibito” impiegare nomi che non abbiano il significato di variabili.



# Osserviamo le catene causali e il loro senso complessivo

(1) Prezzo  $\xrightarrow{\text{s}}$  Offerta

“S”

(2) Pressione freno  $\xrightarrow{\text{o}}$  Velocità

“O”

(3) Prezzo  $\xrightarrow{\text{s}}$  Convenienza per il produttore  $\xrightarrow{\text{s}}$  Offerta

“S”

(4) Pressione freno  $\xrightarrow{\text{s}}$  Attrito dei ferodi e trasformazione velocità in calore  $\xrightarrow{\text{o}}$  Velocità

“O”

(5) Apertura del rubinetto  $\xrightarrow{\text{s}}$  Flusso d'acqua  $\xrightarrow{\text{o}}$  Durata di riempimento

“O”

(6) Efficienza della PA  $\xrightarrow{\text{s}}$  Qualità servizi pubblici  $\xrightarrow{\text{s}}$  Soddisfazione contribuente  $\xrightarrow{\text{o}}$  Evasione fiscale  $\xrightarrow{\text{o}}$  Imposte incassate

“S”

(7) Rumori in aula  $\xrightarrow{\text{o}}$  Efficienza docente  $\xrightarrow{\text{s}}$  Attenzione studenti  $\xrightarrow{\text{o}}$  Vociare in gruppo  $\xrightarrow{\text{o}}$  Resa della lezione

“O”



# La regola per individuare il senso di una intera catena causale

- Contare le “o”.
- Se le “o” non ci sono, o sono in numero pari, allora il senso della catena causale è “S”.
- Altrimenti, se le “o” sono in numero dispari, il senso della catena causale è “O”.



# Le regole del Systems Thinking

- Nel mio testo citato ho cercato di formalizzare **cinque** semplici **regole logiche** che presenterò insieme con le **regole tecniche**:
  - 1. Dobbiamo** essere capaci di «vedere gli alberi e la foresta» di zoomare tra tutto e parti.
  - 2. Dobbiamo** ricercare ciò che varia osservando il mondo in termini di variabili e di loro variazioni nel tempo.
  - 3. Dobbiamo** sforzarci di capire la causa delle variazioni nelle variabili che osserviamo.
  - 4. Dobbiamo** abituarci a concatenare le variabili in modo circolare fino a specificare i **loop** tra le loro variazioni e formare **sistemi di variabili**.
  - 5. Dobbiamo** abituarci a specificare sempre i **confini del sistema** che vogliamo indagare.

Ho scritto **dobbiamo** perché – non dimentichiamolo – sono regole di una disciplina.



# Quarta regola Individuare i loop tra le variabili

- Possiamo enunciarela come segue:
  - Se veramente vuoi comprendere il mondo e capirne il cambiamento, non è sufficiente ragionare per **cause** ed **effetti**.
  - Devi riconoscere che gli effetti possono a loro volta diventare cause delle loro cause, formando un **loop**, un **legame circolare**.
- Un loop è formato da due variabili collegate in **doppia direzione**.
- «**Devi sforzarti di concatenare le variabili fino a specificare i loop tra le loro variazioni**».
- In altri termini,
  - dobbiamo abbandonare il **pensiero lineare** (catene di cause e di effetti) e abituarci al **pensiero circolare** formando loop.
  - Il modello che evidenzia le relazioni circolari tra variabili e loro loop, si definisce **Causal Loop Diagram**.

Ci sono solo due tipi di loop:

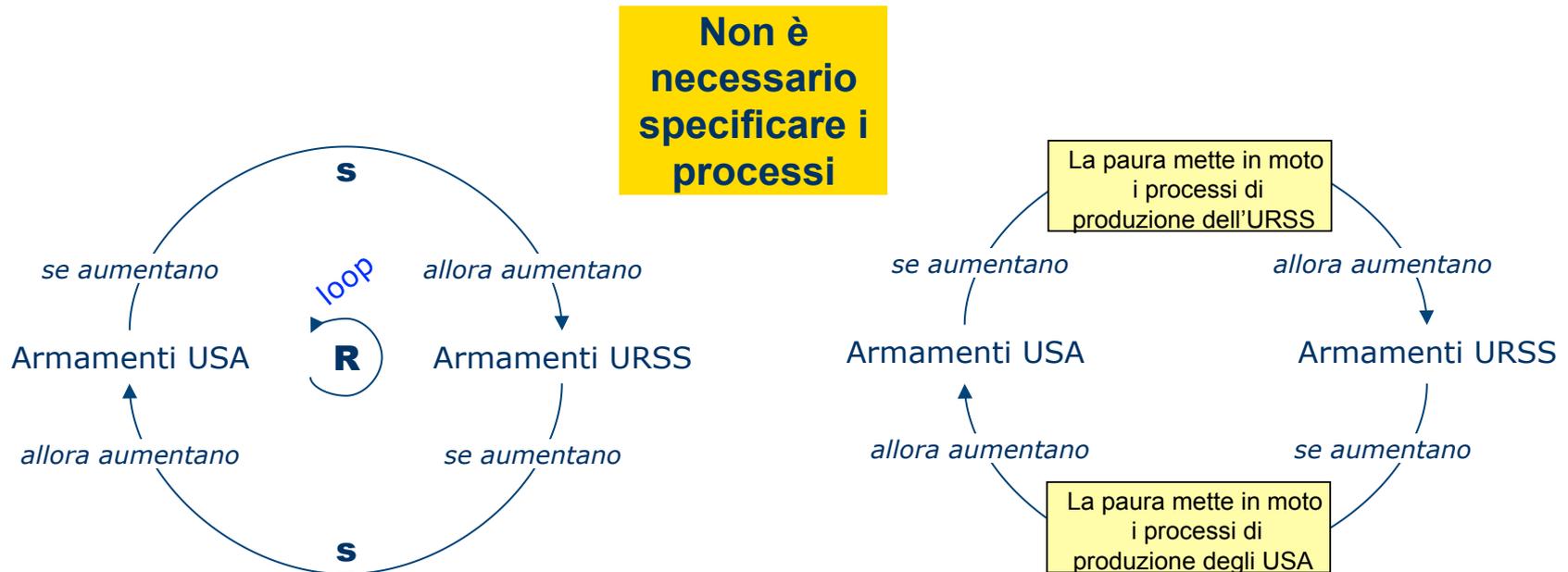
Loop di **rinforzo** e di **bilanciamento**



# I loop elementari e il loro senso

## Loop di rinforzo

- Il **loop** si definisce di **rinforzo** [**R**] se, **in successivi cicli**, porta a una espansione o a un annichilimento reciproco delle variabili.
- Un **loop** è [**R**] se **non vi sono** “o” o se le “o” sono in numero pari.



- Se espansione o riduzione sono vantaggiose, il loop [**R**] si dice anche (impropriamente) **circuito virtuoso**; altrimenti, **vizioso**.
- **Questa terminologia è assolutamente da evitare.**

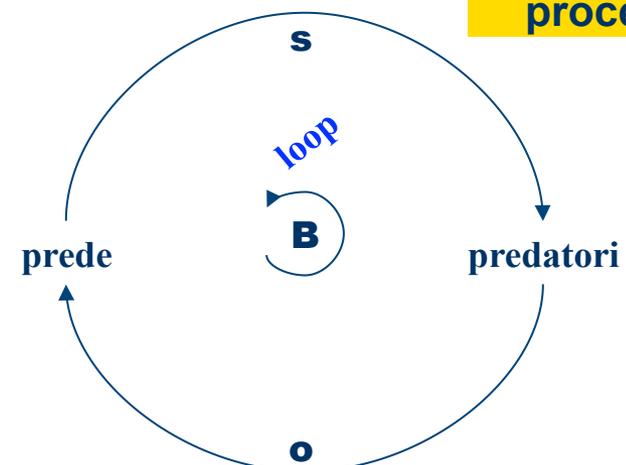
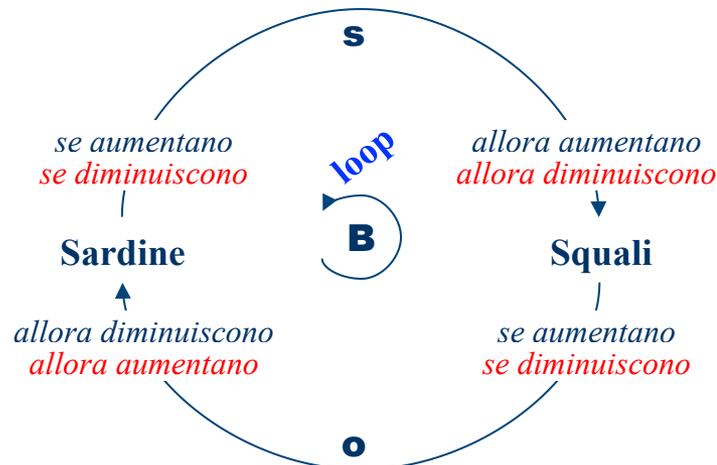


# I loop e il loro senso

## Loop di bilanciamento

- Il **loop** si definisce di **bilanciamento** [B] se una variazione in una variabile viene controbilanciata da una variazione nella seconda, così che ogni variazione viene ben presto annullata.
- Il **loop** [B] è di **bilanciamento** se vi è un numero dispari di “o”.
- I loop di bilanciamento si presentano in numerosi fenomeni:
  - di interazione tra popolazioni di prede e predatori,
  - fisiologici e biologici,
  - di controllo [**Sistemi di Controllo**].

Non è necessario specificare i processi



# Sistema nel Systems Thinking

- Il Systems Thinking denomina **sistema** un complesso unitario di variabili **variamente connesse tramite uno o più loop**.
- Deriva che il comportamento di una variabile qualunque dipenda da quello di tutte le altre.

- Precisazione: poiché, come sappiamo, ogni variabile deriva da un processo messo in atto da qualche “macchina” (fisica, biologica, sociale, concettuale), ogni sistema deve necessariamente possedere una **struttura operativa**, sottostante la **struttura logica**.
- **Ricordiamo che il Systems Thinking indaga unicamente la struttura logica dei sistemi, tramite le relazioni tra le variabili che li costituiscono,**



# Le regole del Systems Thinking

- Nel mio testo citato ho cercato di formalizzare **cinque** semplici **regole logiche** che presenterò insieme con le **regole tecniche**:
  - 1. Dobbiamo** essere capaci di «vedere gli alberi e la foresta» di zoomare tra tutto e parti.
  - 2. Dobbiamo** ricercare ciò che varia osservando il mondo in termini di variabili e di loro variazioni nel tempo.
  - 3. Dobbiamo** sforzarci di capire la causa delle variazioni nelle variabili che osserviamo.
  - 4. Dobbiamo** abituarci a concatenare le variabili in modo circolare fino a specificare i loop tra le loro variazioni e formare **sistemi di variabili**.
  - 5. Dobbiamo** abituarci a specificare sempre i **confini del sistema** che vogliamo indagare.

Ho scritto **dobbiamo** perché – non dimentichiamolo – sono regole di una disciplina.



# Confini esterni ed interni. L'arte dello zoomare

- Chi pratica il pensiero sistemico deve **sempre** individuare, definire o decidere quali variabili devono formare il sistema (entro il confine) e quelle le cui interconnessioni sono troppo deboli per essere ritenute in grado di influire significativamente sulle altre (oltre il confine).
- I confini in realtà sono due:
  - un **confine esterno**, che delimita il sistema quando si zooma dalle parti al tutto,
  - uno **interno**, quando si zooma dal tutto alle parti.
- Non è facile individuare, o porre, i confini di un sistema; fortunatamente, quanto più ci si applica nella disciplina del Systems Thinking tanto più la soluzione di tale problema diventa agevole, quasi spontanea.



# Agenda

- In questo SECONDO MODULO mi propongo di affrontare i seguenti temi, oggetto del **Capitolo 1** del testo:

- Ruolo del Systems Thinking nella costruzione delle learning organizations [par. 1.1]
- Le cinque discipline per formare le learning organizations e l'ipotesi di una **sesta disciplina** [par. 1.5]

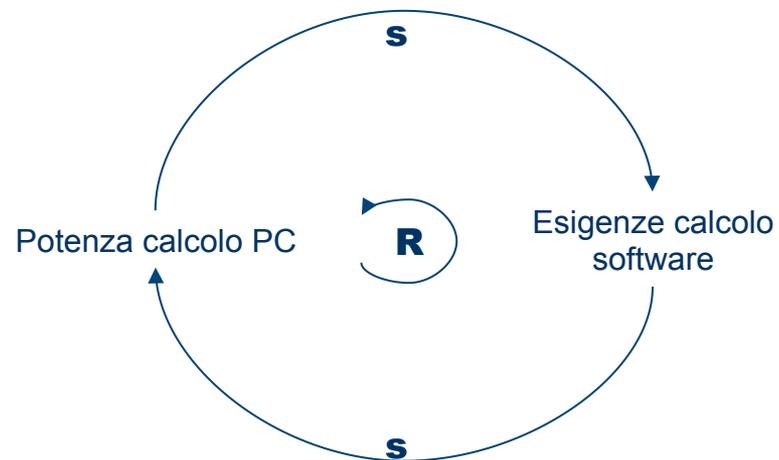
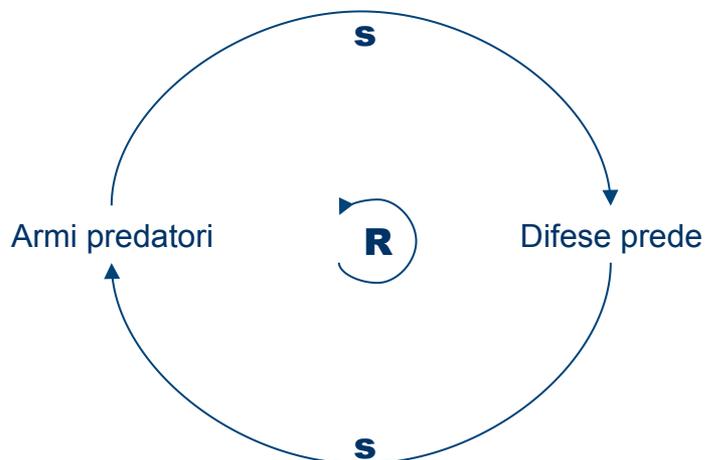
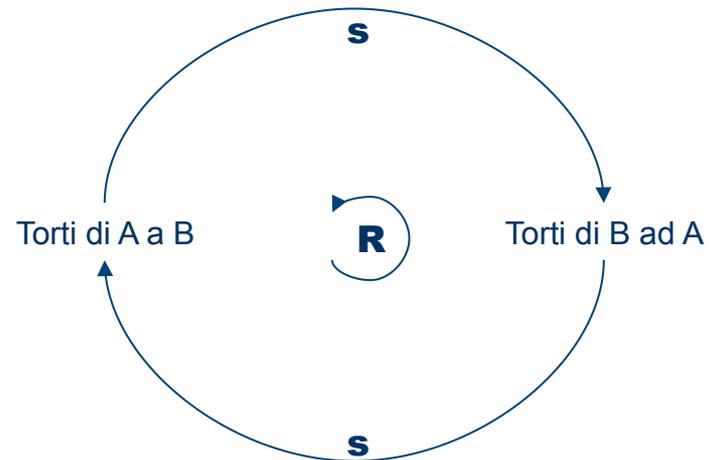
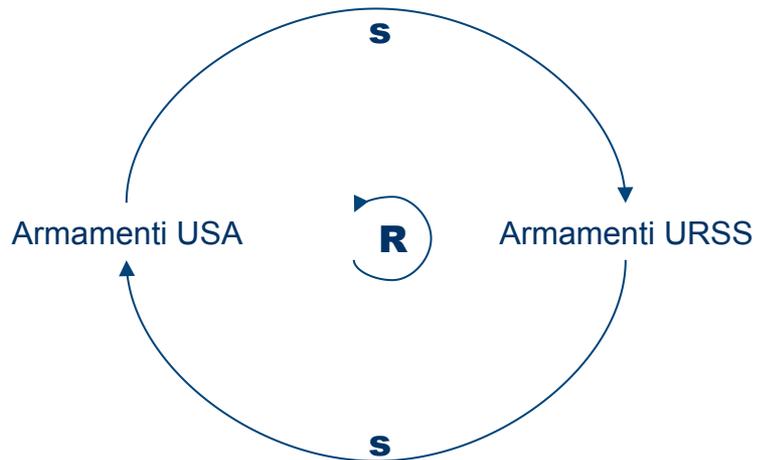
Modulo 1a

- Presentazione di alcune definizioni di sistema
- Le regole del Systems Thinking [par. 1.2]
- Le tecniche per costruire modelli di sistemi intesi come Causal Loop Diagrams [par. 1.3]
- Esempi di CLD [par. 1.3]
- Cenno alla simulazione e al System Dynamics [par. 1.4]
- Due leggi generali del Systems Thinking [par. 1.4].



# Sistemi semplici - Analogie

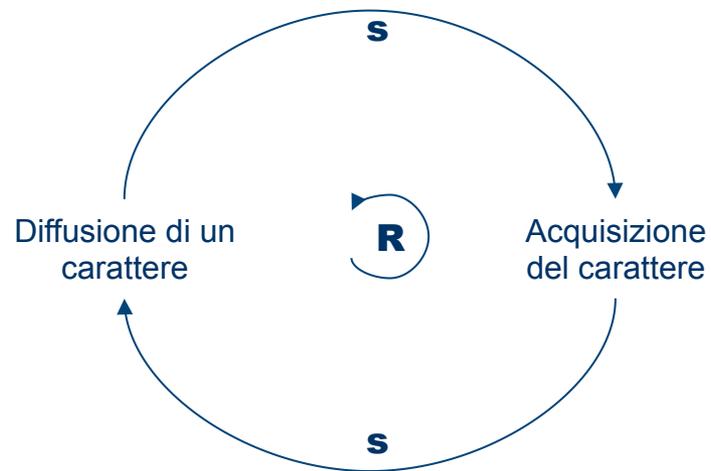
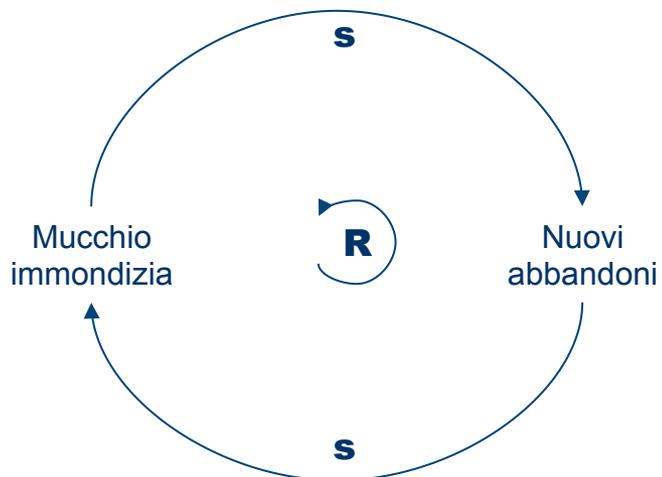
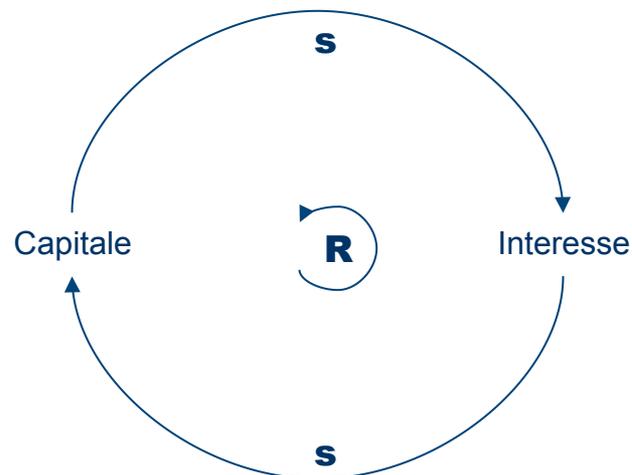
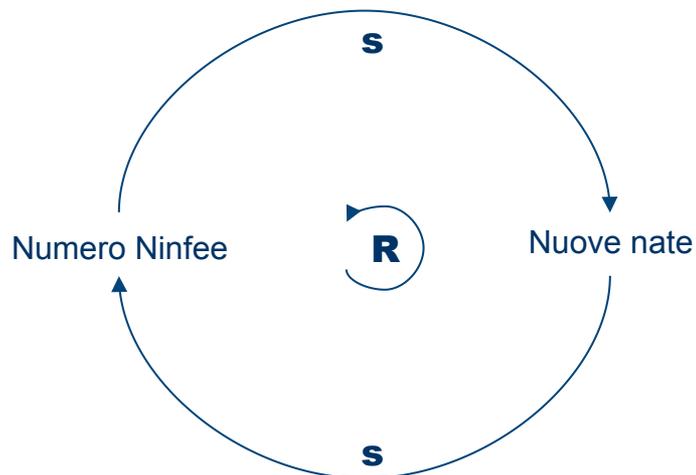
- Questi loop rappresentano **sistemi di escalation**.



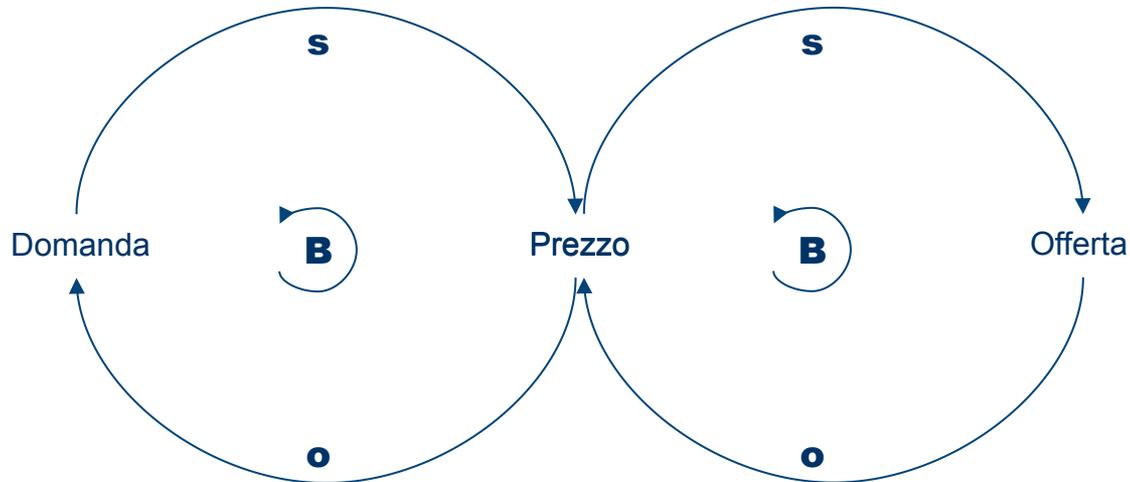
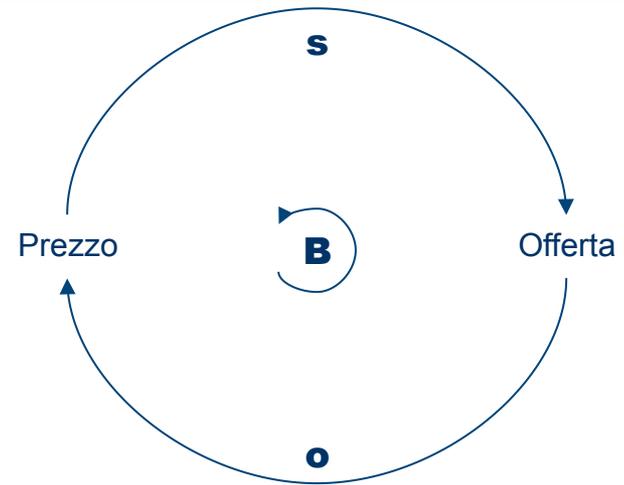
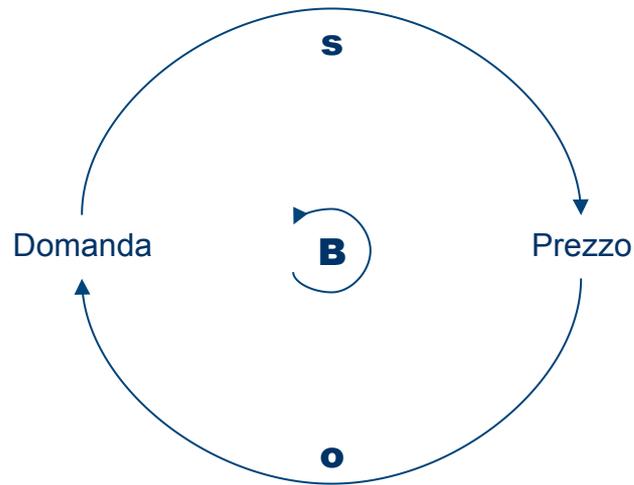
# Sistemi semplici - Analogie



- Questi loop rappresentano sistemi di **accumulazione/diffusione**.



# Componiamo i sistemi semplici Domanda/Offerta

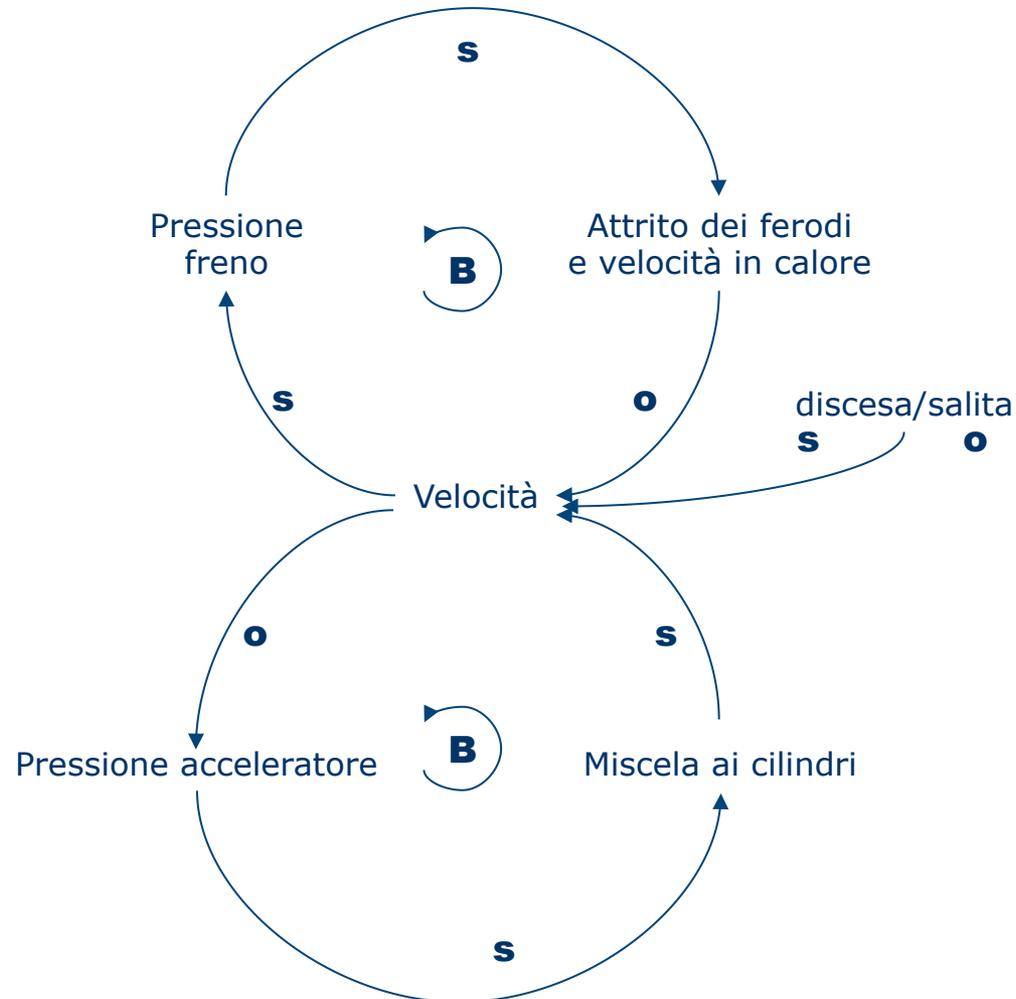


**Sistema a doppio loop conosciuto come  
LEGGE DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA**



# Vedere gli alberi - Regolatore di velocità

new



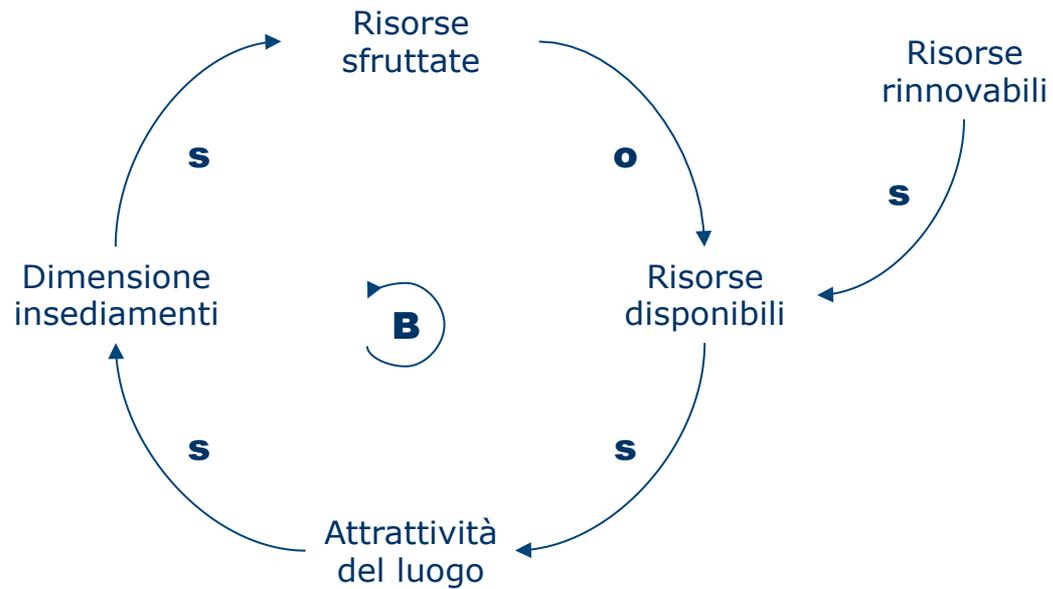
**Sistema a doppio loop conosciuto come  
REGOLATORE DELLA VELOCITÀ A DUE LEVE**



# Vedere gli alberi - Loop di diverse variabili

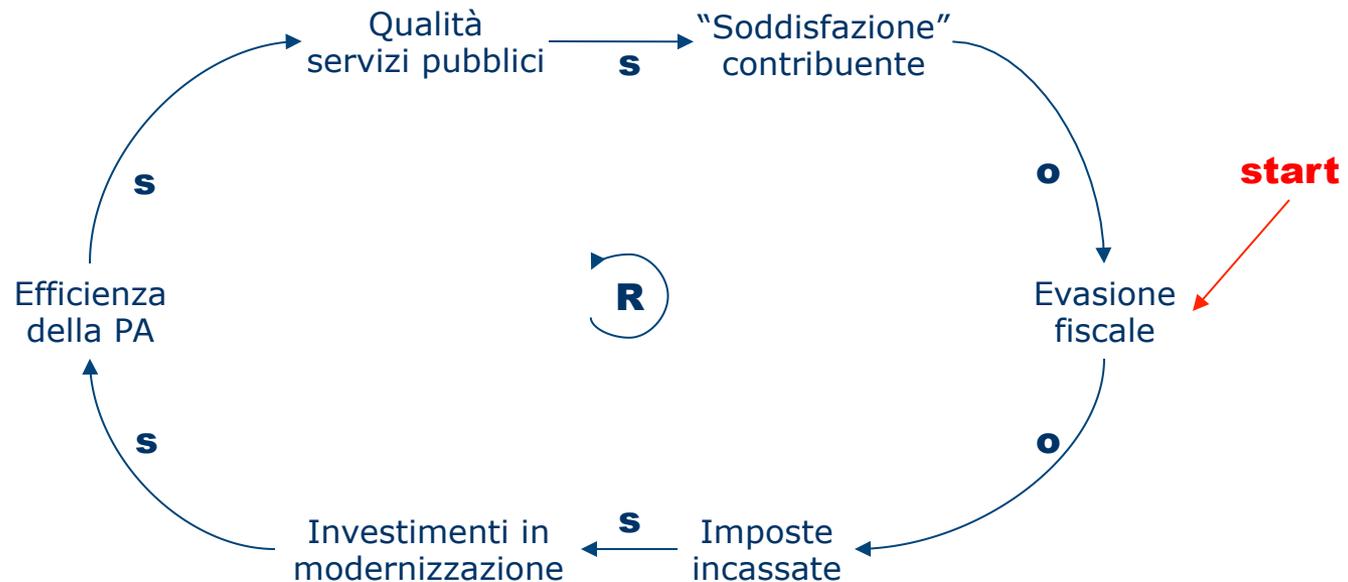


# Vedere gli alberi - Loop di diverse variabili



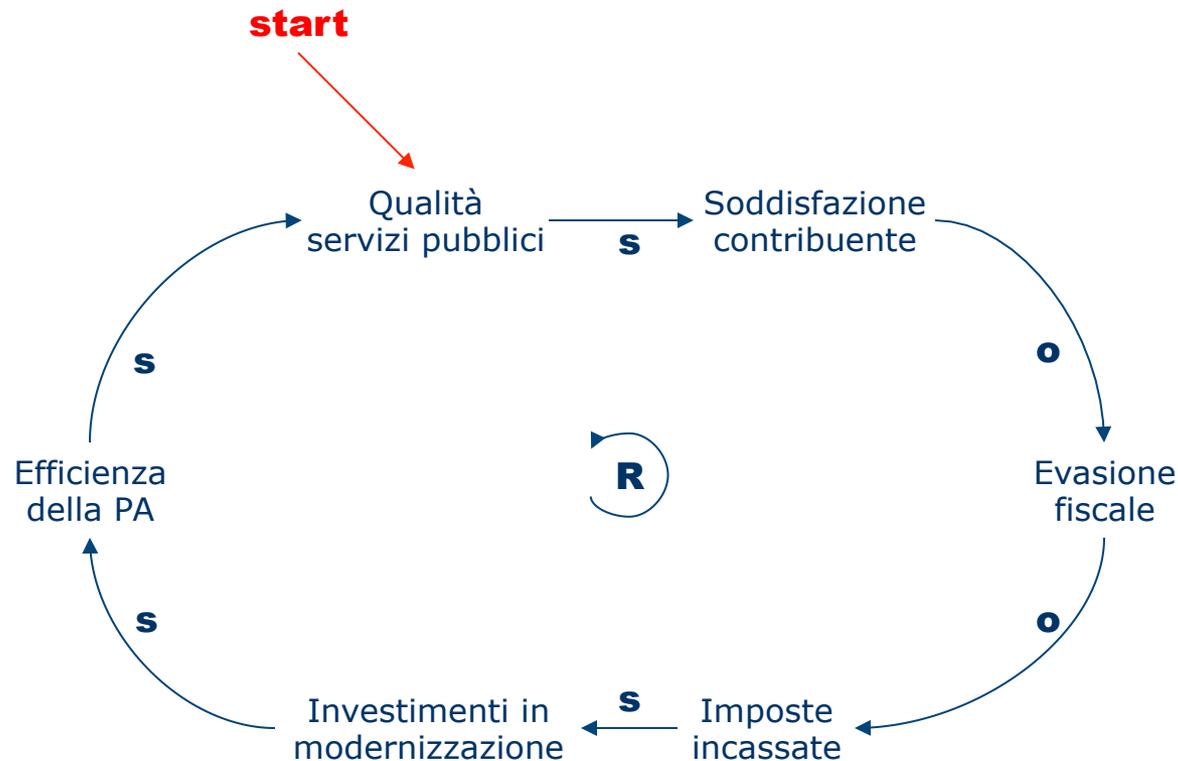
# Vedere gli alberi - Loop di diverse variabili

- In un loop con diverse variabili è bene indicare lo **START di lettura**.



# Vedere gli alberi - Loop di diverse variabili

- In un loop con diverse variabili è bene indicare lo **START di lettura**.



# Impariamo il linguaggio

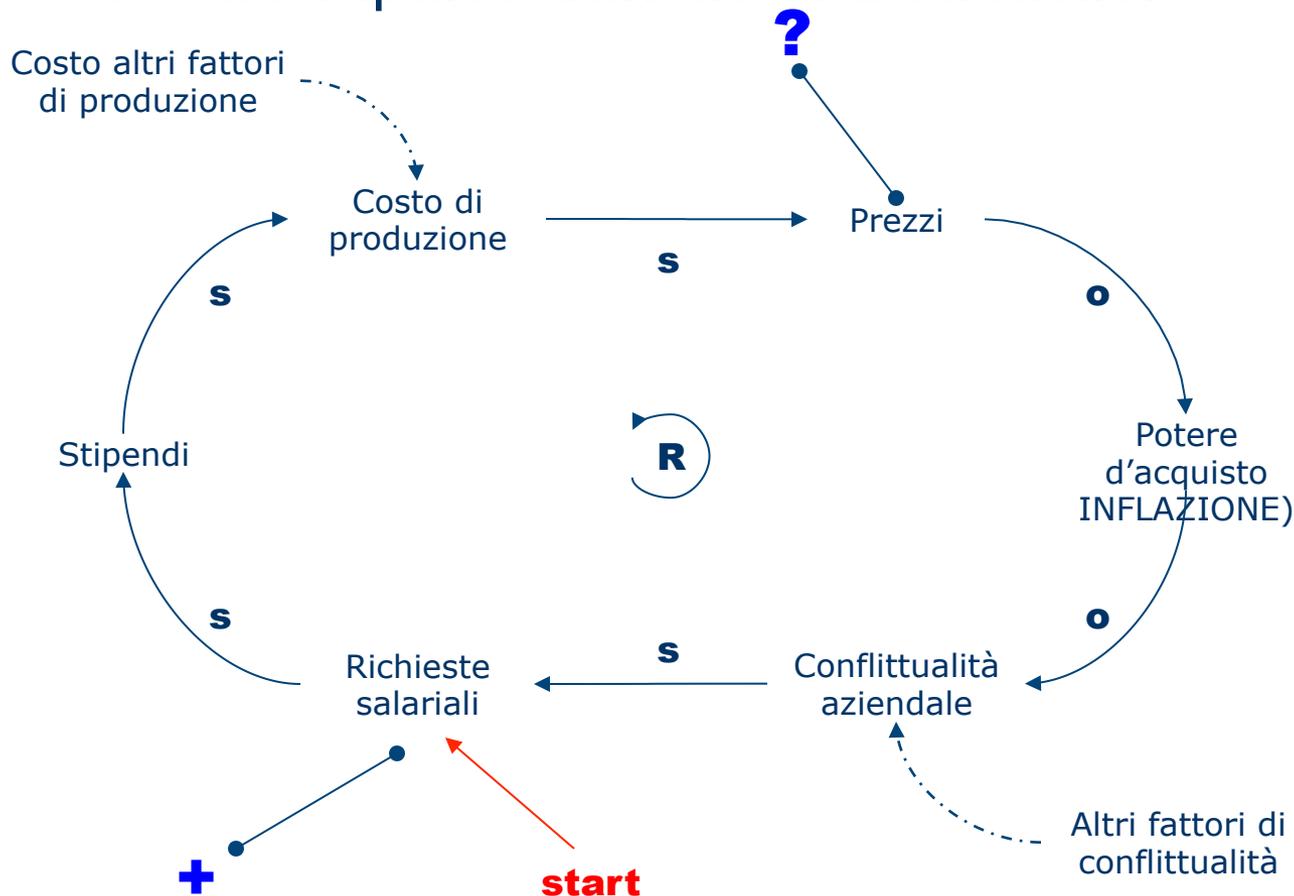
## Variabili attive e passive

- Nei CLD possiamo contrassegnare:
  - una variabile d'azione con una leva, in testa alla quale indichiamo il segno “+” o “-” della variazione,
  - una variabile passiva con una leva, in testa alla quale indichiamo il segno “?”.
- Questa regola **non è obbligatoria**. si applica solo quando il modello deve essere presentato ad altri per una discussione

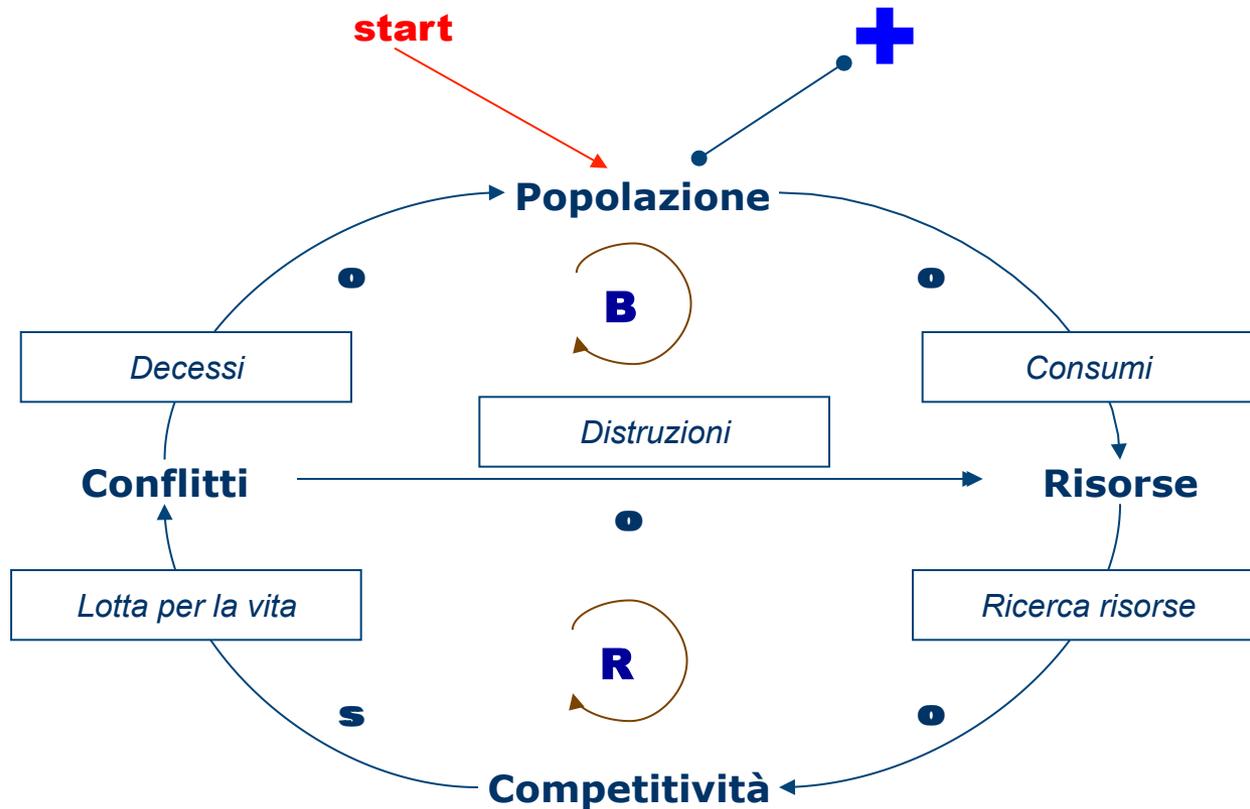


# L'inflazione. Modello parziale

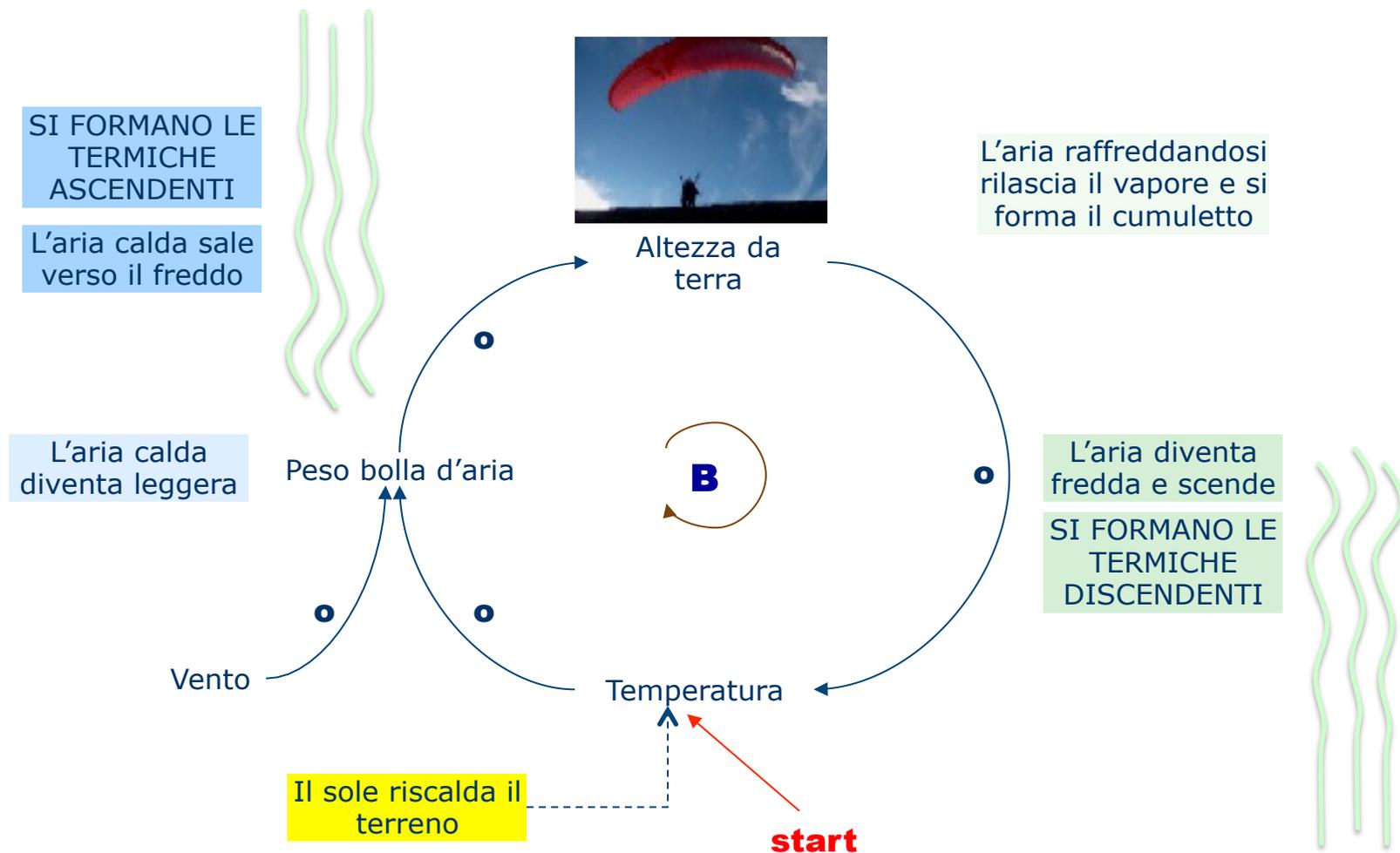
- Possiamo indicare con **?** a variabile che pone problemi e con **+** o **-** un impulso dato ad una variabile.



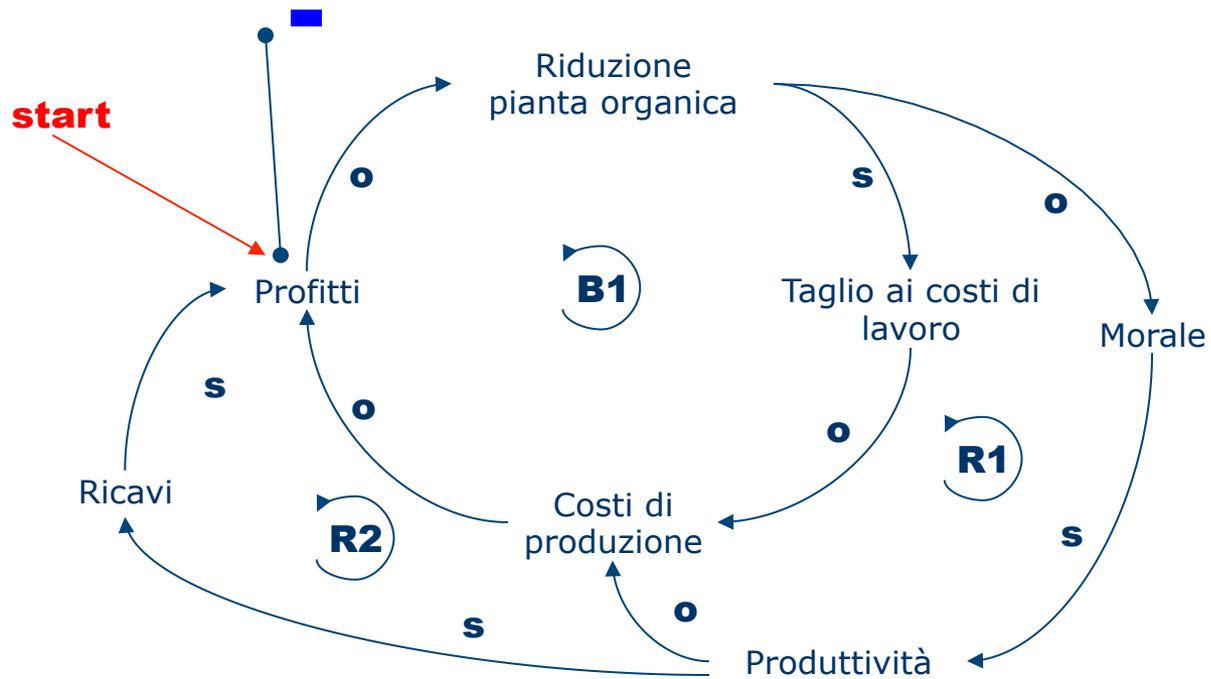
# CLD con diversi loop - Modello generale della conflittualità per le risorse



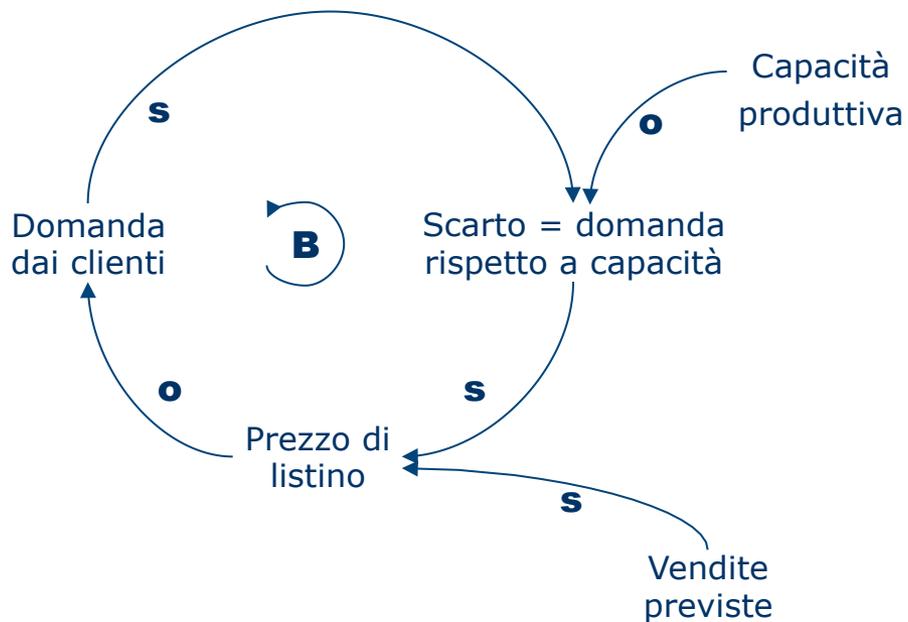
# Sistemi che non si vedono. Le termiche e i “cumuletti del bel tempo”



# Linguaggio Taglio posti di lavoro



# Impariamo il linguaggio. Con calma



# Agenda

- In questo SECONDO MODULO mi propongo di affrontare i seguenti temi, oggetto del **Capitolo 1** del testo:

- Ruolo del Systems Thinking nella costruzione delle learning organizations [par. 1.1]
- Le cinque discipline per formare le learning organizations e l'ipotesi di una **sesta disciplina** [par. 1.5]

Modulo 1a

- Presentazione di alcune definizioni di sistema
- Le regole del Systems Thinking [par. 1.2]
- Le tecniche per costruire modelli di sistemi intesi come Causal Loop Diagrams [par. 1.3]
- Esempi di CLD [par. 1.3]
- Cenno alla simulazione e al System Dynamics [par. 1.4]
- Due leggi generali del Systems Thinking [par. 1.4].



# La simulazione quantitativa

## Il System Dynamics

- **Il Systems Thinking simulato quantitativamente diventa System Dynamics, ideato da Jay Forrester.**



**Forrester:** La dinamica dei sistemi dinamici è una disciplina professionale che tratta della complessità dei sistemi. Il system dynamics rappresenta la base necessaria del pensiero efficace sui sistemi. Il system dynamics si occupa di come le cose cambino nel tempo, e ciò include la maggior parte di ciò che normalmente la gente trova interessante. Il system dynamics comporta l'interpretazione dei sistemi della vita reale in modelli di simulazione al computer che permettono di comprendere come la struttura e le politiche di decision-making in un sistema determinino il comportamento di questo (Forrester, 1999).

- **Il Systems Thinking rappresenta una generalizzazione del System Dynamics, oppure viceversa?**

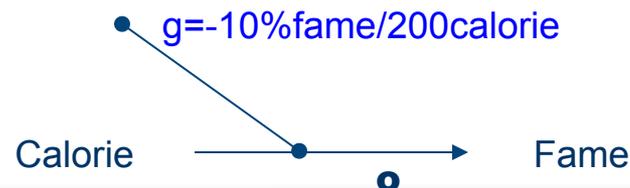
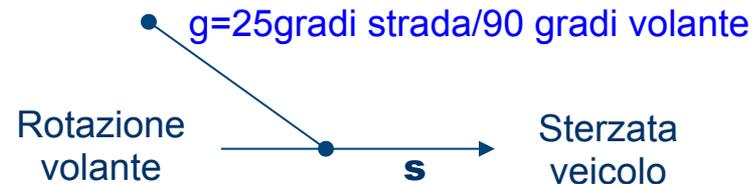
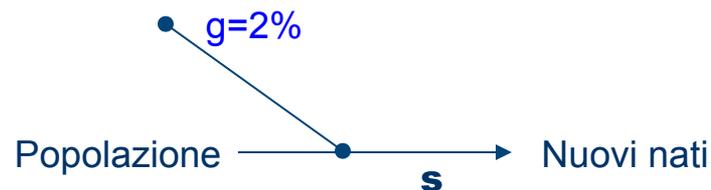
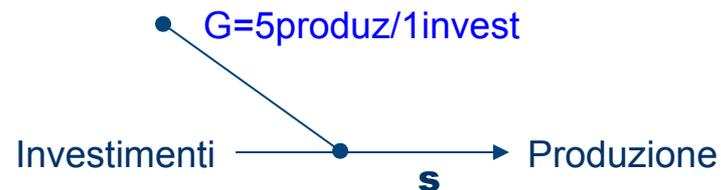
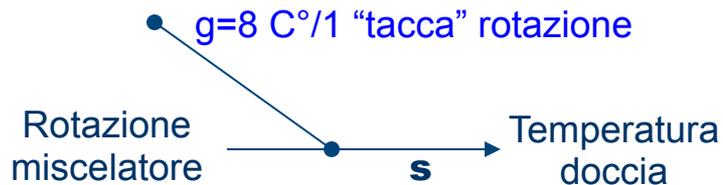
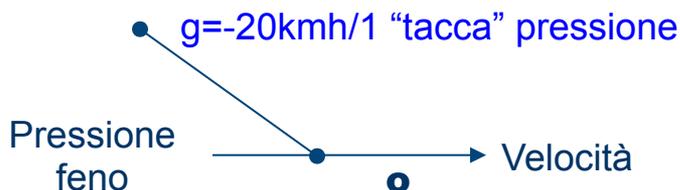


**System Dynamics Society:** “What is the relationship of Systems Thinking to System Dynamics? Systems thinking looks at exactly the same kind of systems from the same perspective. It constructs the same Causal-Loop-Diagram. But it rarely takes the additional steps of constructing and testing a computer simulation model, and testing alternative policies in the model.”(online).



# Le relazioni causali ed i tassi di variazione

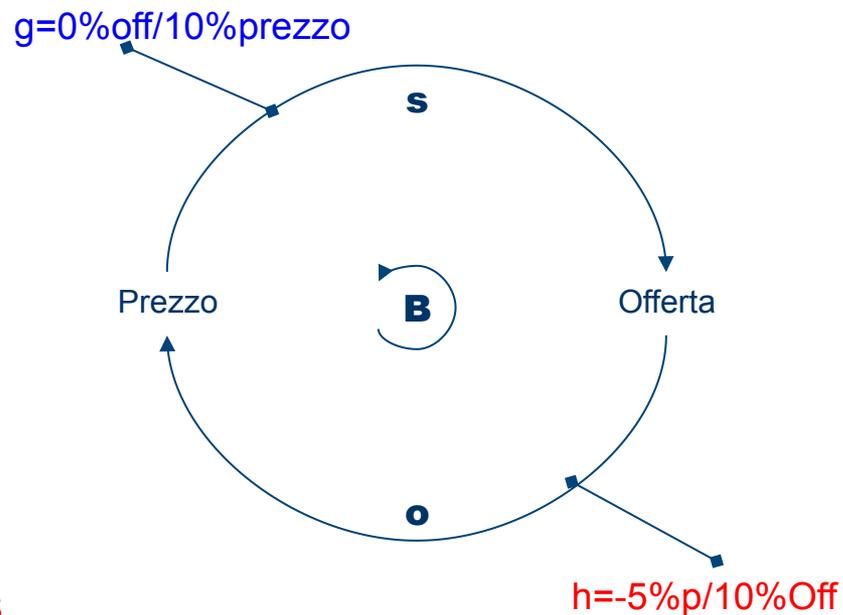
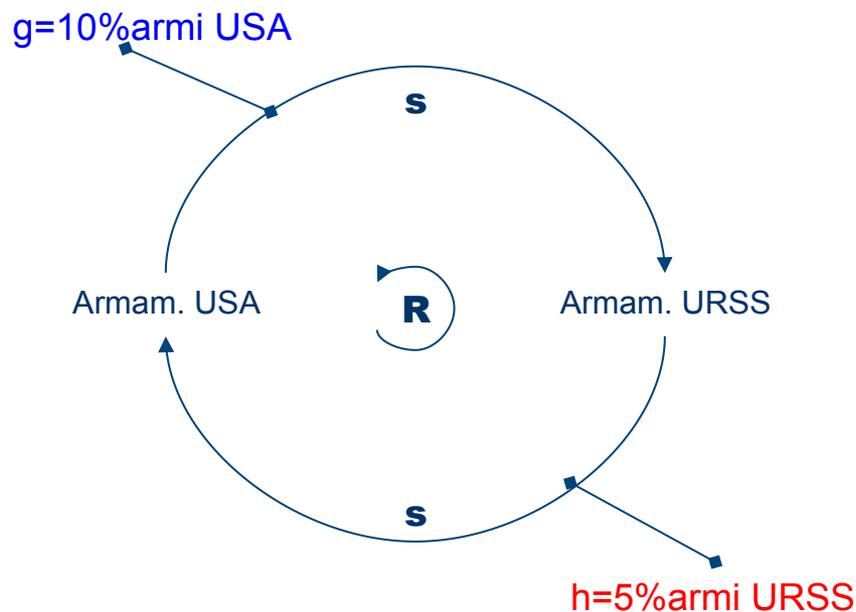
- Per le simulazioni quantitative, quando si individua una relazione causale è utile, se possibile, individuare anche il **tasso di azione**,  $g(Y/X)$ , scrivendolo in corrispondenza della freccia.
- Esempi:



# Tassi d'azione e di reazione

- Nei loop è opportuno, quando possibile ed utile, specificare sia i **tassi d'azione** tra X e Y,  $g(Y/X)$ , sia i **tassi di reazione** tra Y e X,  $h(X/Y)$ , (o viceversa).

## TASSI DI AZIONE



## TASSI DI REAZIONE

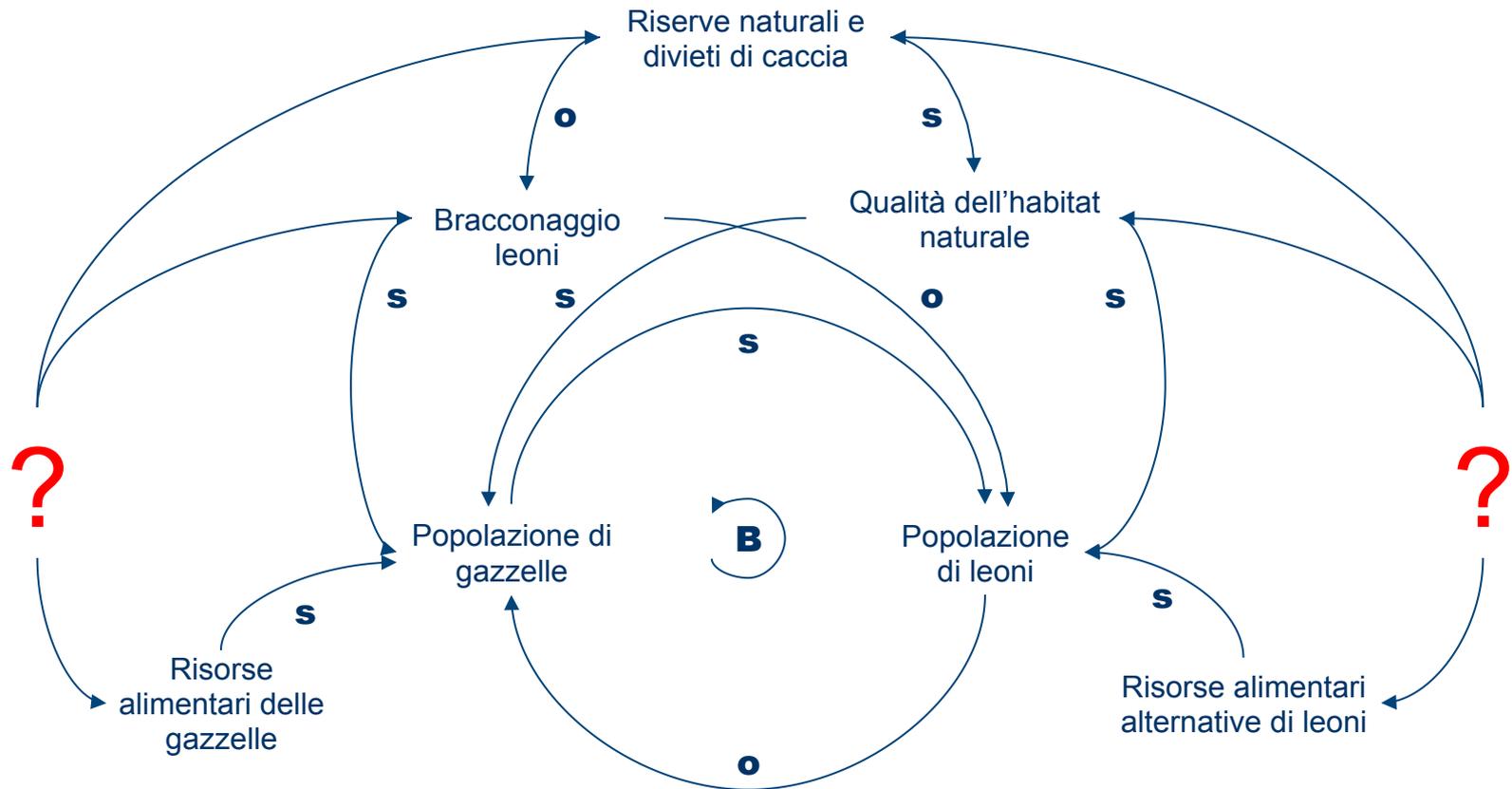


# I tassi di azione e di reazione

- Normalmente, nel Systems Thinking la specificazione dei tassi d'azione e reazione **non** è affatto necessaria.
- Torna utile quando occorre effettuare simulazioni quantitative di System Dynamics o costruire il modello di un Sistema di Controllo.
- E' però consigliabile esercitarsi nell'individuare, più che nello specificare quantitativamente, i tassi d'azione e di reazione.
- **Per ora ne faremo a meno. Ci abitueremo ad individuarli nella costruzione dei modelli di Sistemi di Controllo.**

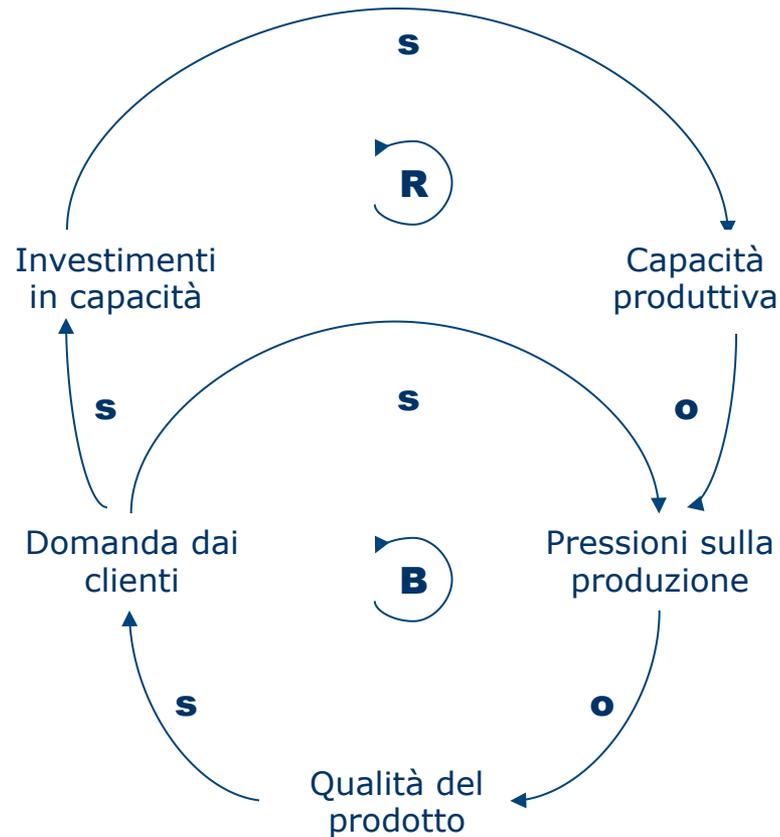


# Impariamo il linguaggio. Con calma Zoomare

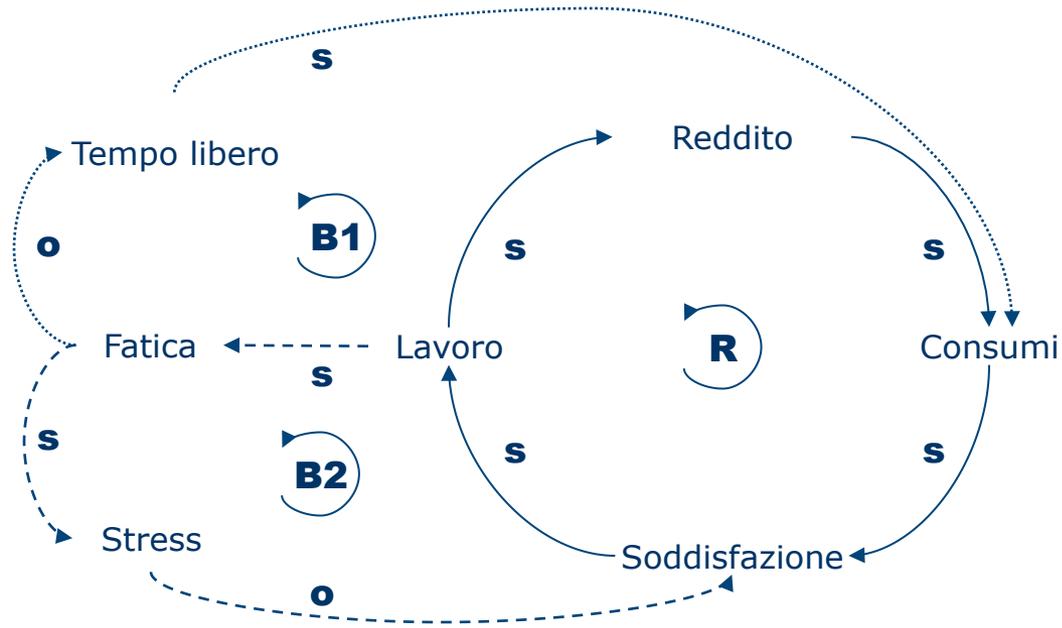


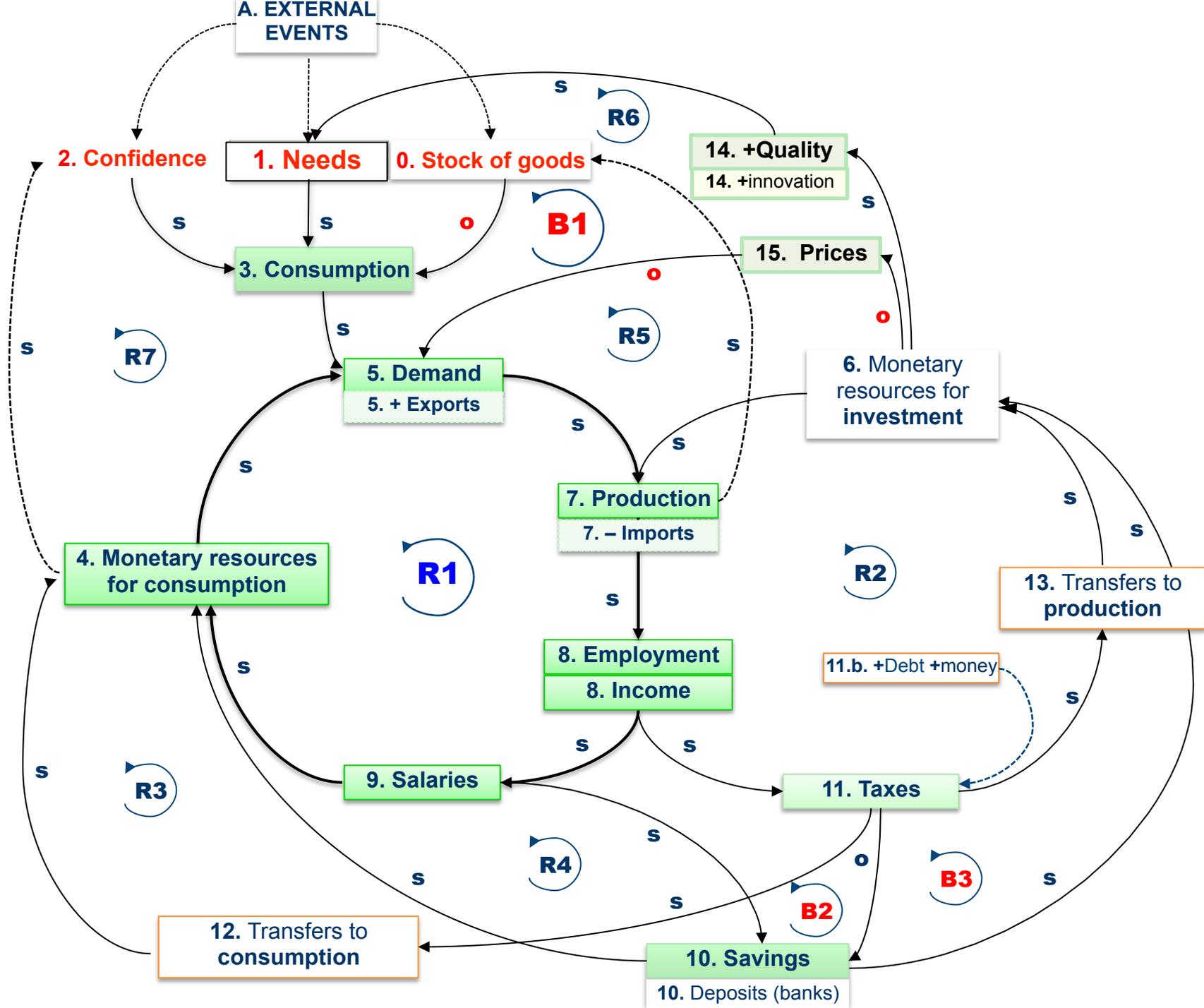
# Impariamo il linguaggio. Con calma

- Investire in capacità

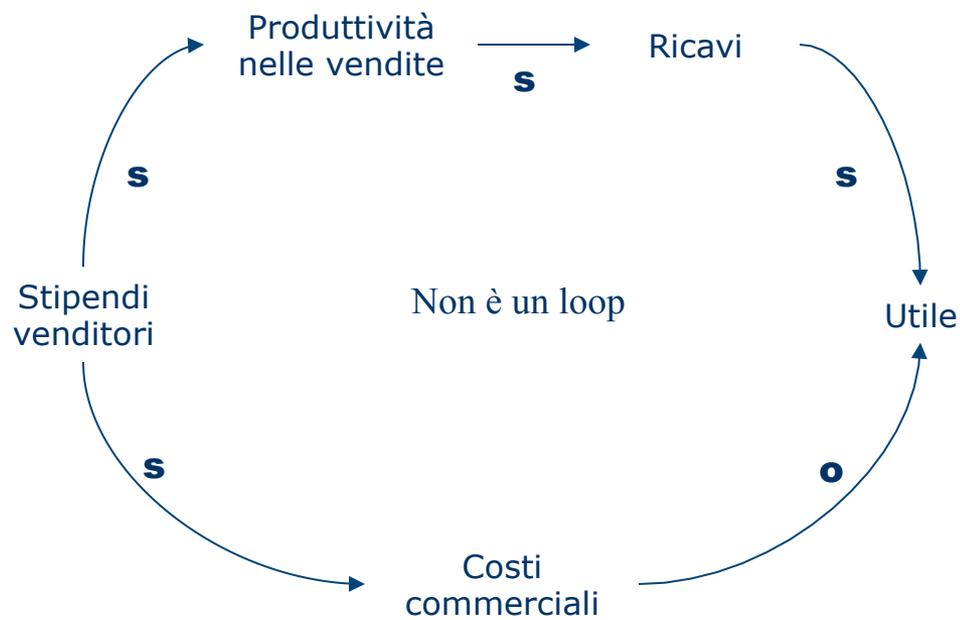


# Linguaggio Burnout da stress

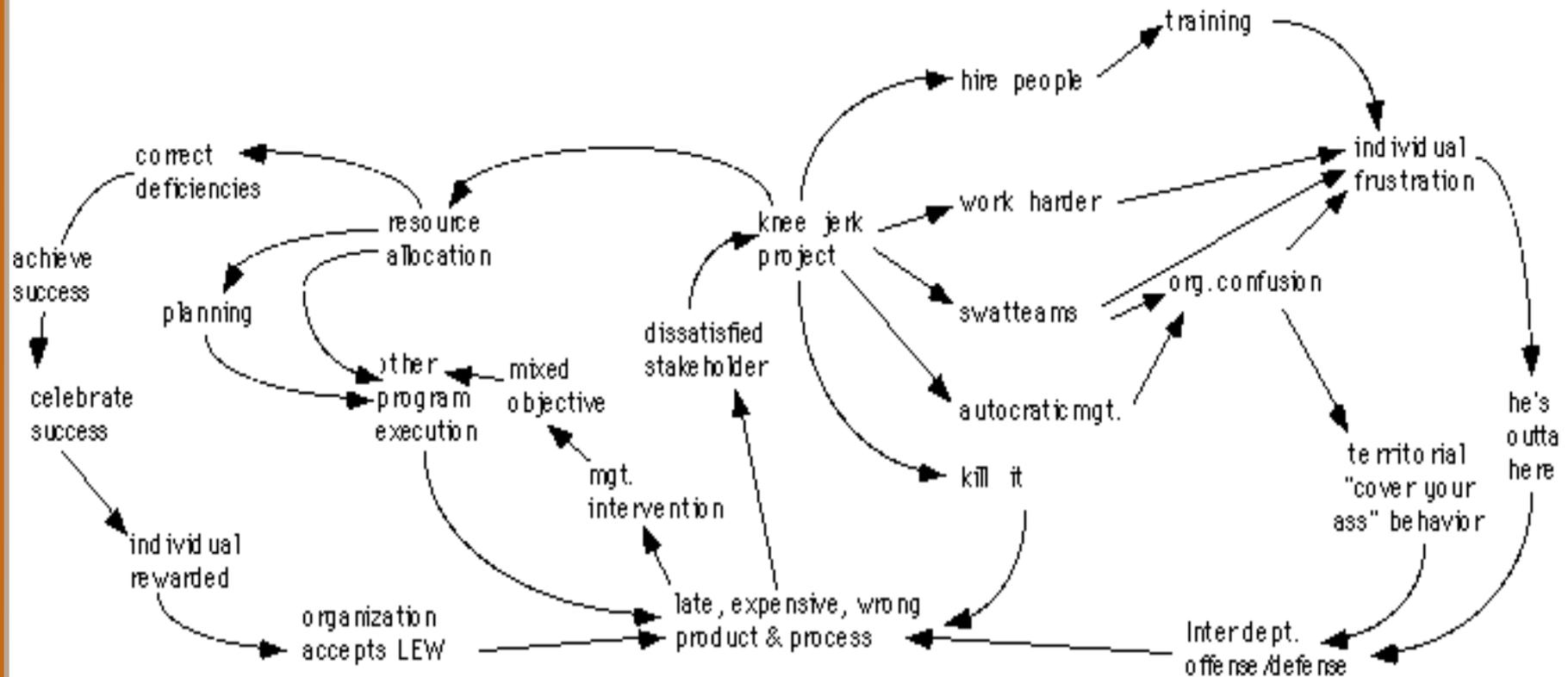




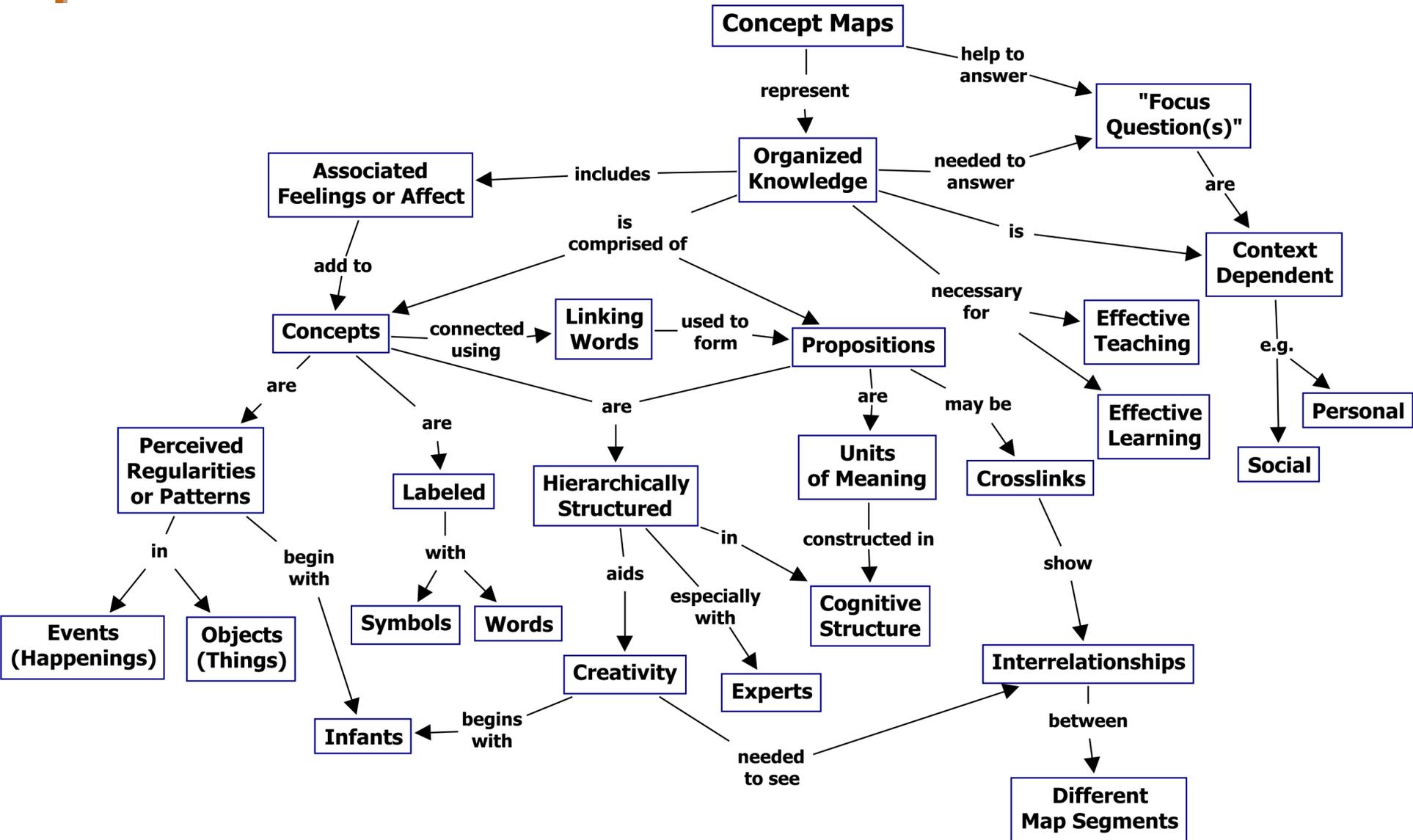
# Falso Loop 1



# False Loop 2



# False Loop 3



# Come costruire i CLD?



- Non ci sono regole standard ma solo suggerimenti.
- **Si impara con l'esperienza!**
- Suggerisco tre tecniche:
  - dall'organo al processo: rappresentare la mappa della struttura fisica di un sistema organizzato e associare agli organi le variabili di input e di output relative ai processi svolti dagli organi;
  - progressiva espansione (preferito): individuare una o poche variabili fondamentali – quelle, per. es. che evidenziano una situazione problematica - ed aggiungere progressivamente i collegamenti con altre variabili, espandendo gradualmente la mappa;
  - circularizzazione delle relazioni lineari: fare un elenco di fattori che influiscono su una variabile e trovarne i collegamenti.



# Agenda

- In questo SECONDO MODULO mi propongo di affrontare i seguenti temi, oggetto del **Capitolo 1** del testo:

- Ruolo del Systems Thinking nella costruzione delle learning organizations [par. 1.1]
- Le cinque discipline per formare le learning organizations e l'ipotesi di una **sesta disciplina** [par. 1.5]

Modulo 1a

- Presentazione di alcune definizioni di sistema
- Le regole del Systems Thinking [par. 1.2]
- Le tecniche per costruire modelli di sistemi intesi come Causal Loop Diagrams [par. 1.3]
- Esempi di CLD [par. 1.3]
- Cenno alla simulazione e al System Dynamics [par. 1.4]
- Due leggi generali del Systems Thinking [par. 1.4].



# Una prima legge generale del Systems Thinking

- Possiamo enunciare due **leggi generali** del Systems Thinking:
- **PRIMA LEGGE DEL Systems Thinking – Connessione causale tra variabili**
  - **Ogni variabile ha una causa e produce un effetto su altre variabili**
- **SECONDA LEGGE DELLA INTERDIPENDENZA VARIABILI/ STRUTTURA**
  - **il comportamento di una variabile dipende dal sistema in cui essa è inserita;**
  - **il comportamento del sistema dipende dalla sua struttura, cioè dalle **variabili** e dalle **connessioni**.**



# Tre corollari

## Le leve di controllo

### ■ Primo corollario:

- È inutile cercare di **modificare/controllare** i valori di una variabile se prima non si comprende la struttura sistemica di cui essa fa parte;
  - i loop di bilanciamento ripristineranno il suo valore;
  - i loop di rinforzo lo faranno lievitare.

### ■ Secondo corollario:

- Per **capire e controllare** la dinamica del mondo devi individuare le **strutture sistemiche** che lo compongono
- e individuare le variabili (**leve di controllo**) che “facciano **leva**” sull'intero sistema.

### ■ Terzo corollario:

- **Il ceteris paribus, nei sistemi dinamici, non vale mai.**



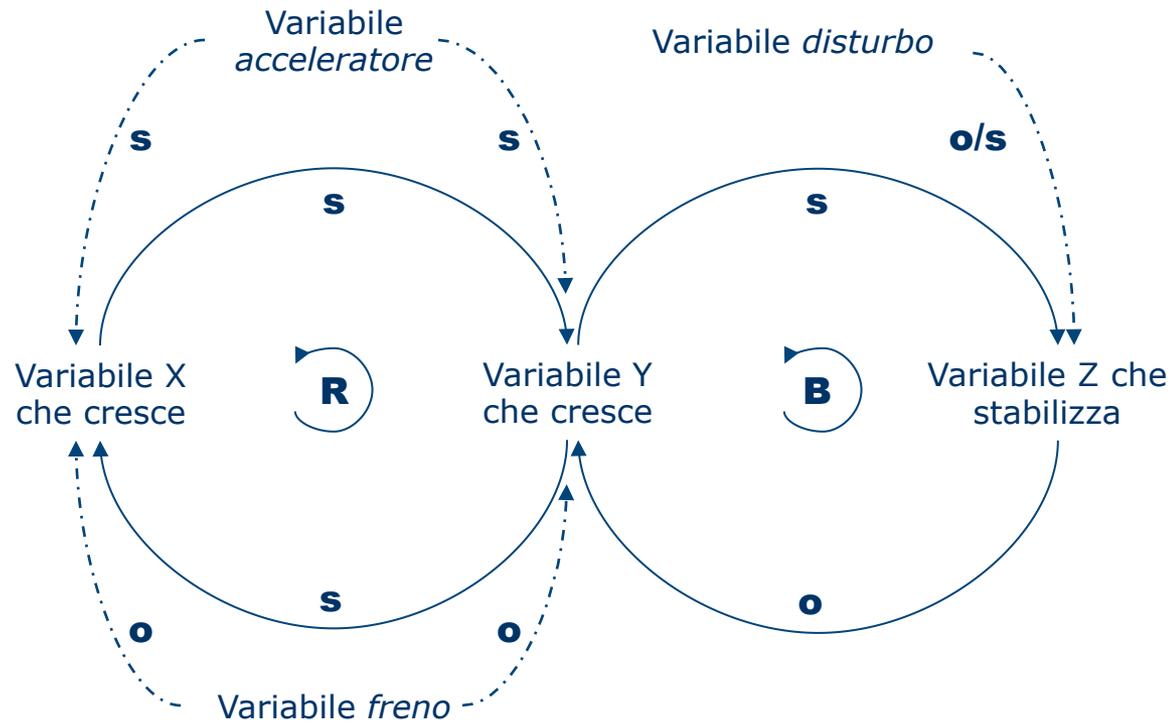
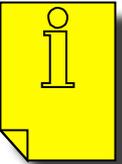
# Una terza legge generale

## La legge dell'instabilità dinamica

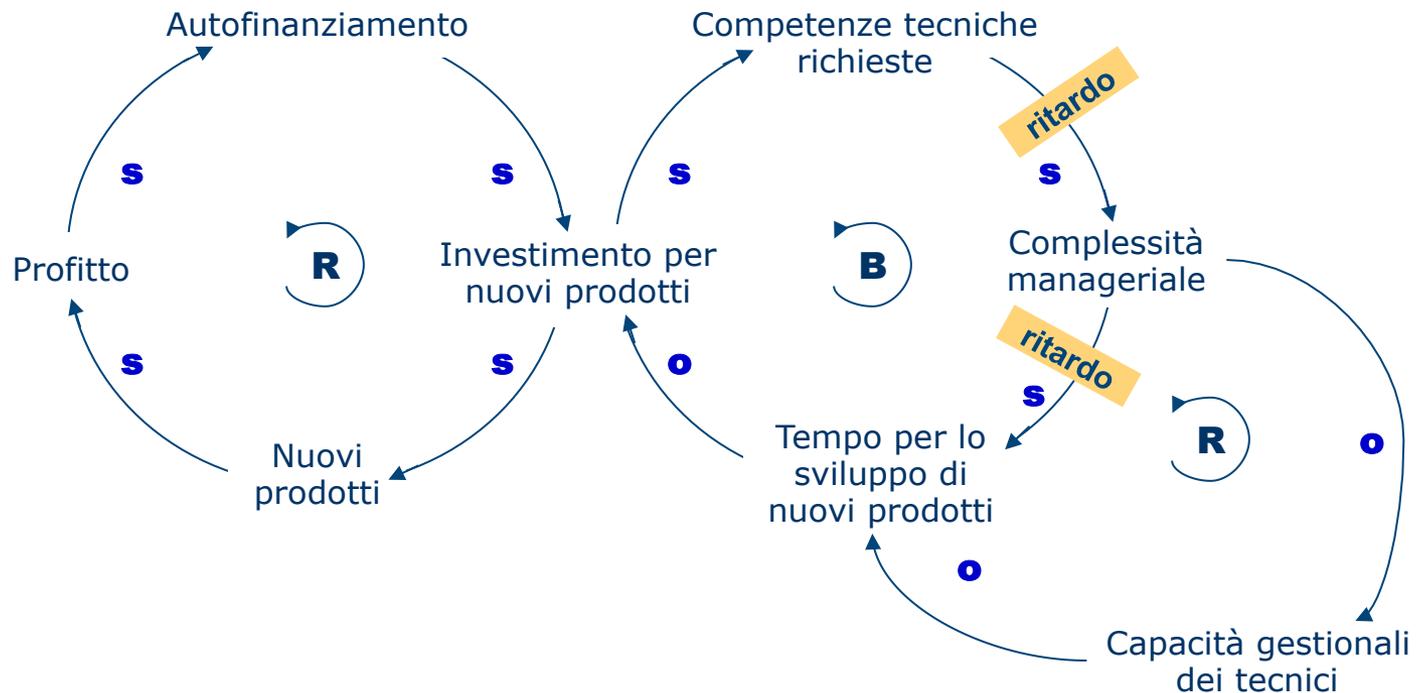
- Possiamo enunciare la seguente:
  - **LEGGE DELLA INSTABILITÀ DINAMICA**
    - l'espansione e l'equilibrio sono processi che non durano mai in eterno, non si propagano all'infinito;
    - la stabilità viene, prima o poi, perturbata;
    - la dinamica viene, prima o poi, stabilizzata.
- **Corollario**
  - **In pratica, anche se non ce ne accorgiamo, in ogni contesto sistemico i loop di rinforzo sono sempre uniti a qualche loop di bilanciamento. E viceversa.**
- **Un buon modello deve sempre prevedere bilanciamenti ai rinforzi e rinforzi ai bilanciamenti.**



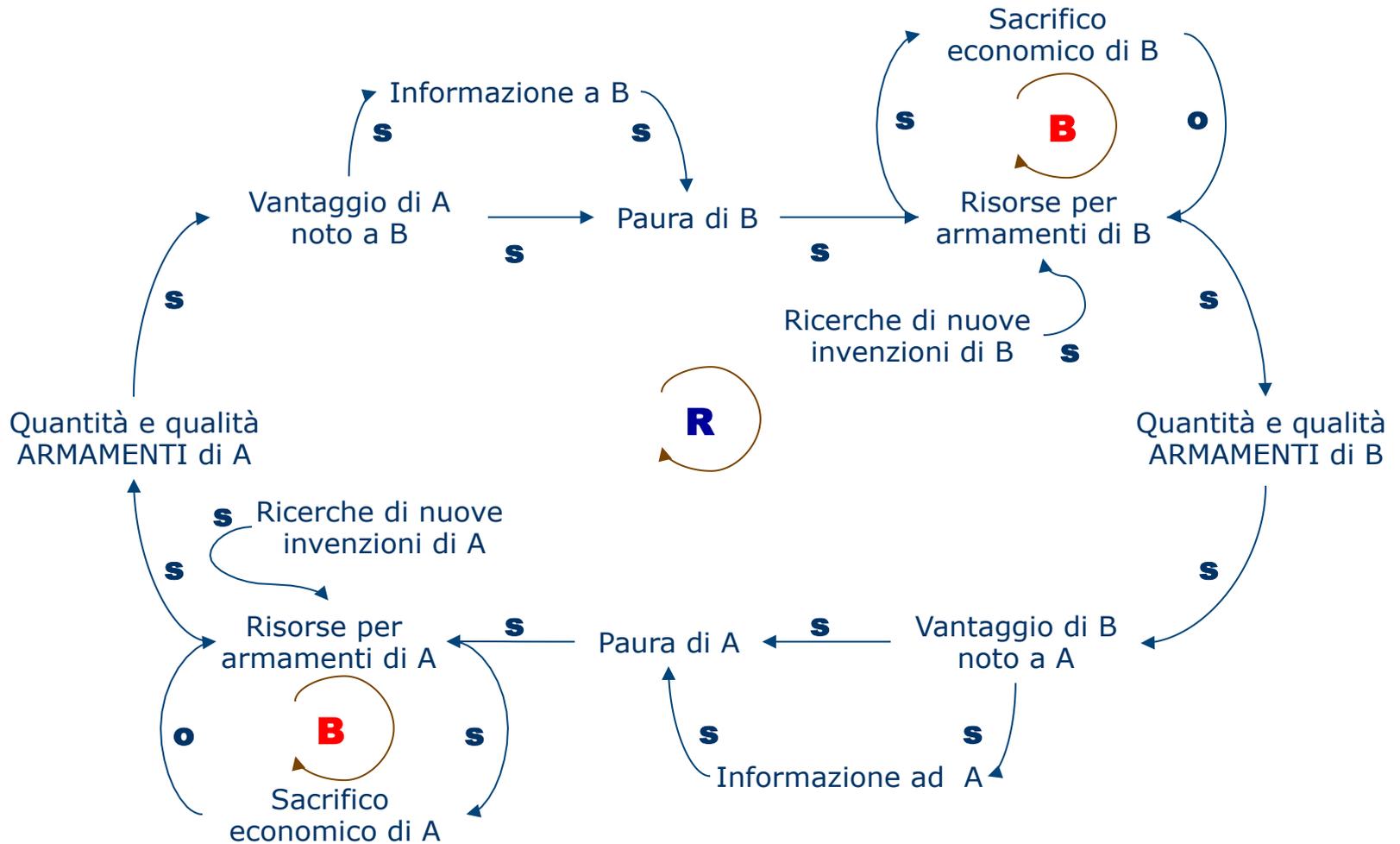
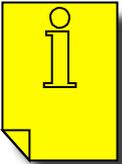
# Il modello generale della instabilità dinamica



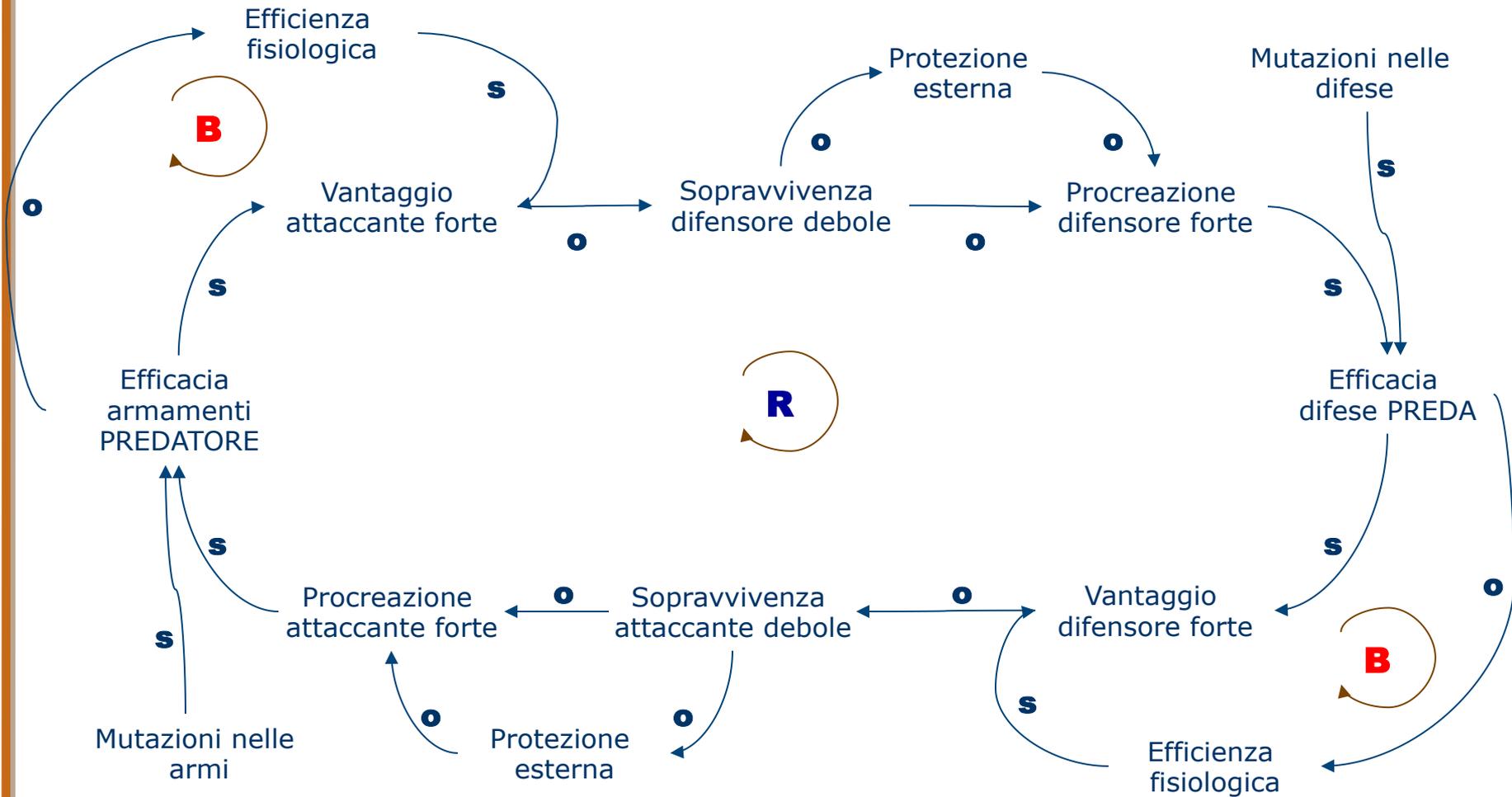
# Imparare il linguaggio Limite alla crescita



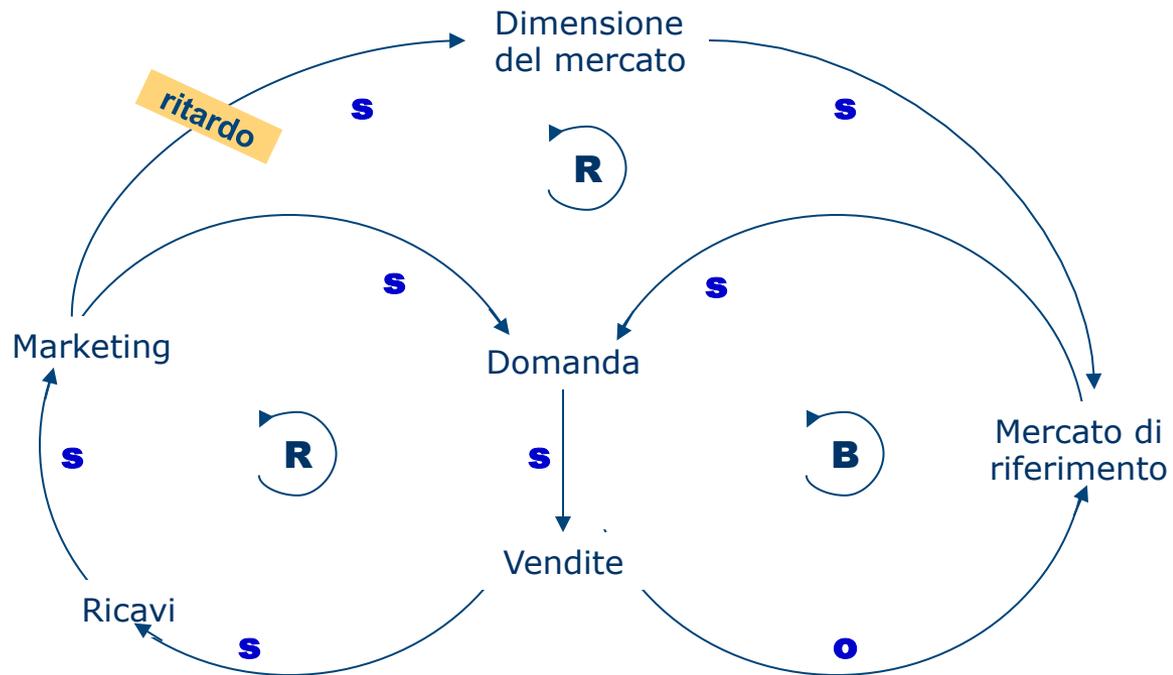
# Zoom – Corsa agli armamenti Modello Richardson



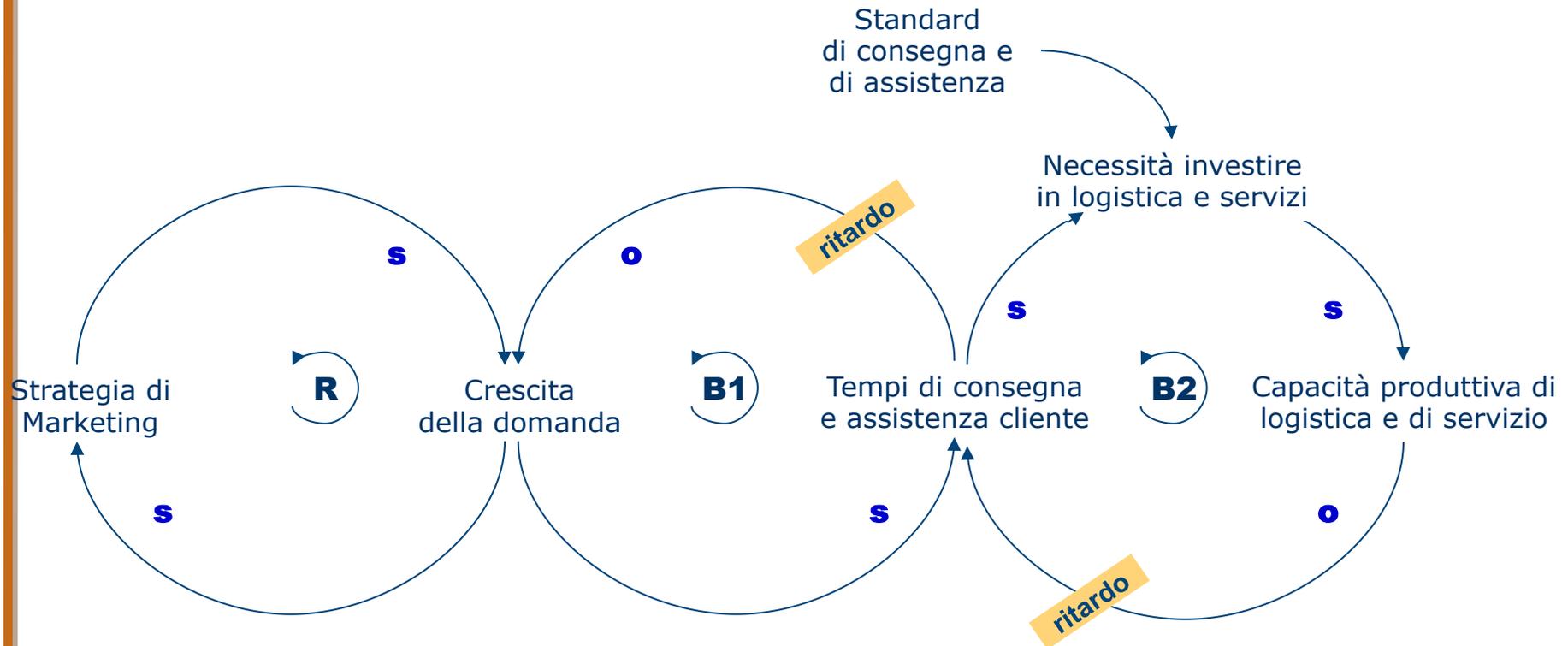
# Zoom - Evoluzione delle forme biologiche



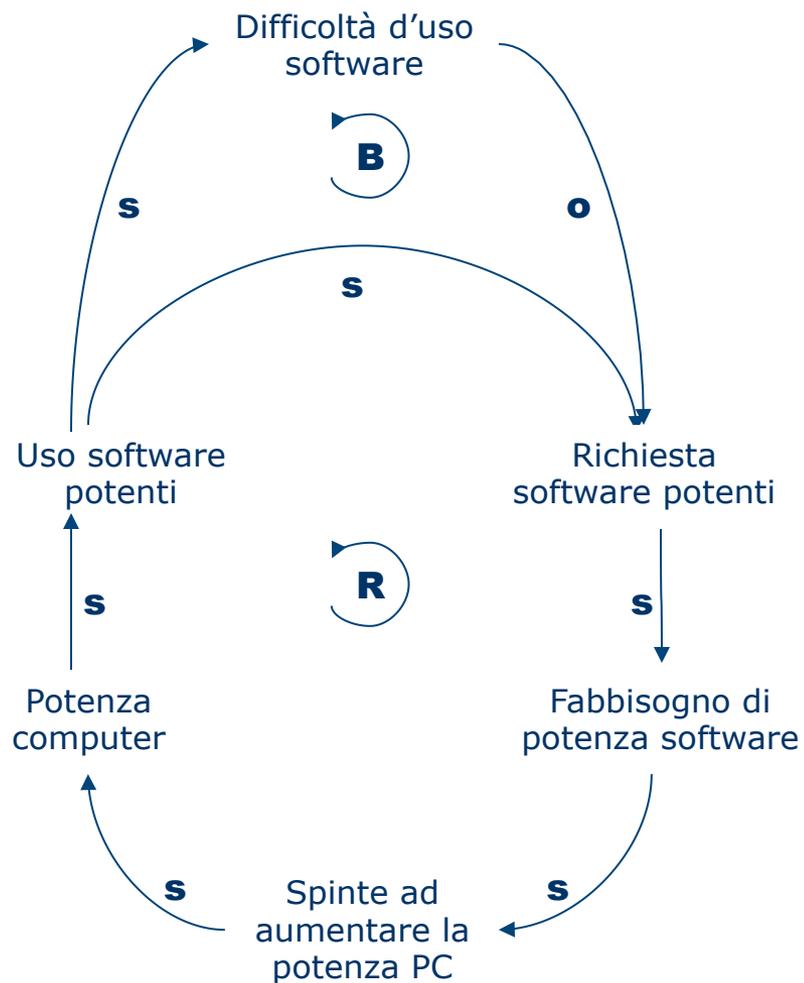
# Limite alla crescita



# Limite alla crescita per insufficienza di investimenti



# Zoom - Potenza calcolo PC



# Torri di Pavia

