Sul rapporto tra processi naturali e processi economici: riferimenti, osservazioni e critiche.

Domenico Suppa

27 maggio 2009

Bozza

Kenneth Boulding

"*Sia pure in modo pittoresco chiamerò 'economia del cowboy' <u>l'economia aperta</u>; il cowboy è il simbolo delle pianure sterminate, del comportamento instancabile, romantico, violento e di rapina che è caratteristico delle società aperte. L'economia chiusa del futuro dovrà rassomigliare invece all'economia dell'astronauta: la Terra va considerata una navicella spaziale, nella quale la disponibilità di qualsiasi cosa ha un limite, per quanto riguarda sia la possibilità di uso, sia la capacità di accogliere i rifiuti, e nella quale perciò bisogna comportarsi come in un sistema ecologico chiuso capace di rigenerare continuamente i materiali, usando soltanto un apporto esterno di energia*". [Kenneth Boulding, ""The economics of the coming Spaceship Earth", in: H. Jarrett (editor), "Environmental quality in a growing economy", Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1966, p. 3-14]

Il Prodotto Interno Lordo

“*... Il PIL dovrebbe essere depurato dai costi della produzione di armi e di mantenimento degli eserciti, costi che non hanno niente a che fare con la difesa. Dovrebbe essere depurato anche dai costi del pendolarismo e dell’inquinamento. Quando qualcuno inquina qualche cosa e qualcun altro depura, le spese per la depurazione fanno aumentare il PIL, ma il costo dei danni arrecati dall’inquinamento non viene sottratto, il che, ovviamente, è ridicolo. Ho condotto una campagna per cambiare il nome del PIL in CIL, cioè ‘costo interno lordo’ perché rappresenta quello che dobbiamo produrre per restare al punto di partenza o per fare minimi passi avanti. Il consumo è una forma di degrado, è una cosa negativa, non positiva. Il prodotto fisico finale della vita economica è rappresentato dai rifiuti*". [K. Boulding, "Fun and games with the Gross National Product. The role of misleading indicators in social policy", in: H.W. Helfrich Jr. (editor), "The environmental crisis", New Haven, Yale University Press, 1970, p. 157-160]

La tradizione culturale occidentale ha per molti aspetti incrinato il rapporto tra l'uomo e l'ambiente. Basti pensare alle dottrine religiose. E, d'altra parte:

Karl Marx critica i filosofi (nella fattispecie Feuerbach) perché al massimo dei loro sforzi avevano attribuito agli oggetti una esistenza autonoma e indipendente rispetto all'attività umana. Mentre, il mondo oggettivo non può essere estraneo al soggetto. [v. undicesima tesi su Feuerbach, cfr. Engels F. (1886), *Loudwig Feuerbach e il punto d'approdo della filosofia classica tedesca*, a cura di P. Togliatti, Roma, Editori Riuniti, 1969].

Wilhelm Dilthey (1833-1911) propone la famosa distinzione tra *scienze della natura* e *scienze dello spirito*. Le scienze della natura studiano ciò che si presenta allo "*spirito*" dall'*esterno*. Le altre si basano sul vissuto individuale, sulla esperienza interiore.

Wilhelm Windelband (1848-1915) critica Dilthey e distingue tra *scienze nomotetiche* e *scienze idiografiche*. Le prime riguardano tanto il mondo umano che quello naturale nella ricerca di leggi *generali*. Le altre studiano gli eventi dal punto di vista della loro unicità ed irripetibilità (*il particolare*).

Il marxismo critica Dilthey perché egli tende a fondare la vita sociale su basi soggettive e irrazionali.

Peter Berger e Thomas Luckmann [(1966), *la realtà come costruzione sociale,* Il Mulino, Bologna 1969] si rifanno a Alfred Schutz (approccio fenomenologico fondato da Husserl) e distinguono la *società come realtà oggettiva*, capace di imporsi dall'esterno all'individuo, e la *società come realtà soggettiva*, momento originario dei significati che scaturiscono dall'*interazione* e fondano la società come realtà oggettiva.

Esiste un nesso profondo tra le critiche che Marx rivolge alla sinistra hegeliana e le teorie sociologiche contemporanee da Berger e Luckman a Jürgen Habermas.

Nicholas Georgescu Roegen 1906-1994

Georgescu Roegen muove innanzitutto una critica alla scienza teoretica. Il suo riferimento è “*la fallacia della concretezza malposta*” di Alfred North Whithehead 1861-1847: i simboli della comunicazione sono affetti da un vizio *aritmomorfico* e la scienza, pertanto, evita i paludosi terreni dell'opinabile. Le proposizioni che la logica non è in grado di trattare vengono contrassegnate come “*senza significato*”. I concetti, per contro, sono caratterizzati da zone d'ombra e di sovrapposizione non conciliabili con il paradigma *discreto* degli strumenti propri dell'analisi scientifica; i concetti sono generalmente *dialettici* (possono violare il principio di non contraddizione).

Roegen fa notare la scienza per tradizione spesso avversa il *cambiamento*, dal momento che essa stessa si occupa in prevalenza di leggi "*immutabili*".

Per tale motivo, la formulazione nel 1865 della seconda legge della termodinamica provocò molto scompiglio (i fenomeni meccanici, infatti, sono atemporali, cioè reversibili):

Seconda legge della termodinamica (R. Clausius): *è impossibile realizzare una trasformazione il cui unico risultato sia quello di trasferire calore da un corpo più freddo a uno più caldo*

Seconda legge della termodinamica (entropia):

L'entropia dell'universo (e di ogni sistema isolato) aumenta sempre verso un massimo.

L'entropia termodinamica è data dal rapporto tra *energia inutilizzabile* e *temperatura assoluta*.

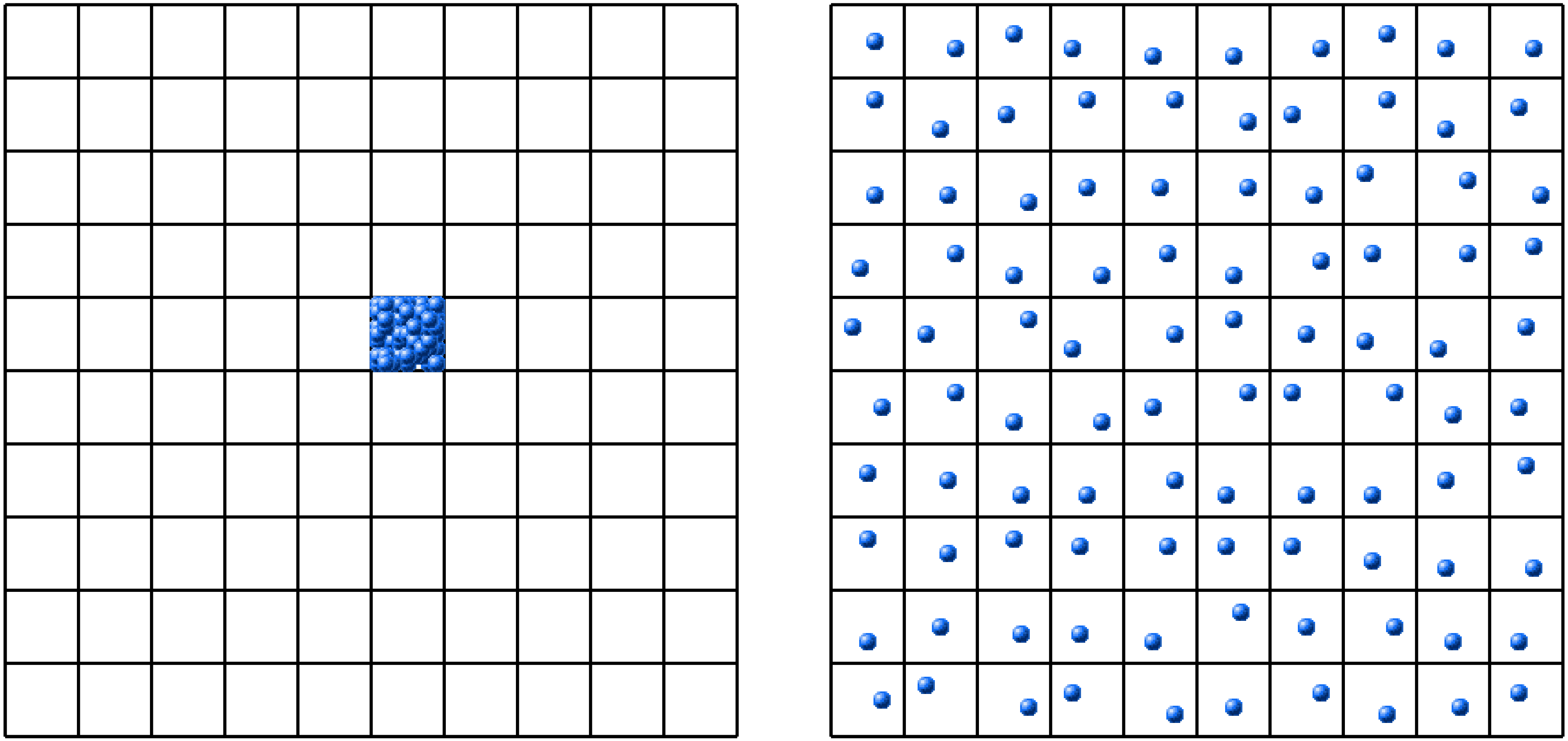
L'entropia è legata alla *freccia del tempo*, in particolare il grado di *disordine* in un sistema isolato aumenta con il tempo. Tale processo è *irreversibile* (o in modo più preciso *irrevocabile* perché non può mai ripetersi).

La vita biologica si alimenta di bassa entropia. I beni economici sono caratterizzati da bassa entropia (possiedono un elevato grado di ordine).

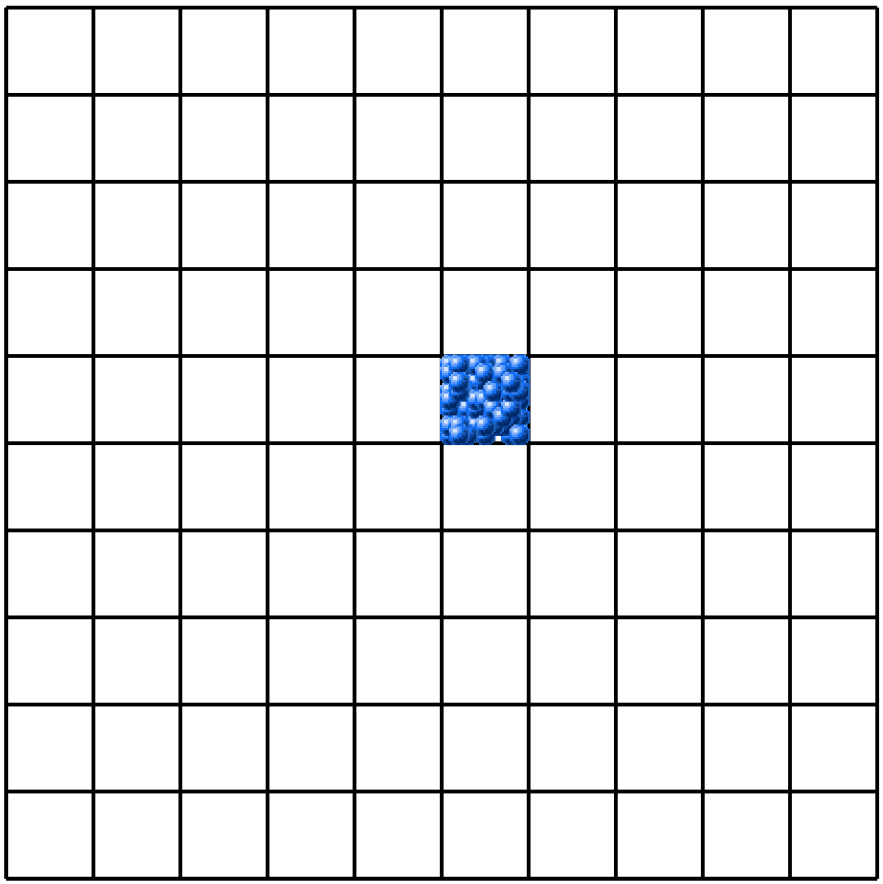
Però, se si guarda al processo economico da una prospettiva più ampia, risulta evidente che il differenziale di entropia tra input produttivi e prodotto finito è negativo.

Ritornando alla famosa espressione di Whitehead, la fallacia della concretezza malposta: *la trascuranza del grado di astrazione implicato nel considerare un'entità reale solo in quanto esemplifica certe [prescelte] categorie di pensiero.*

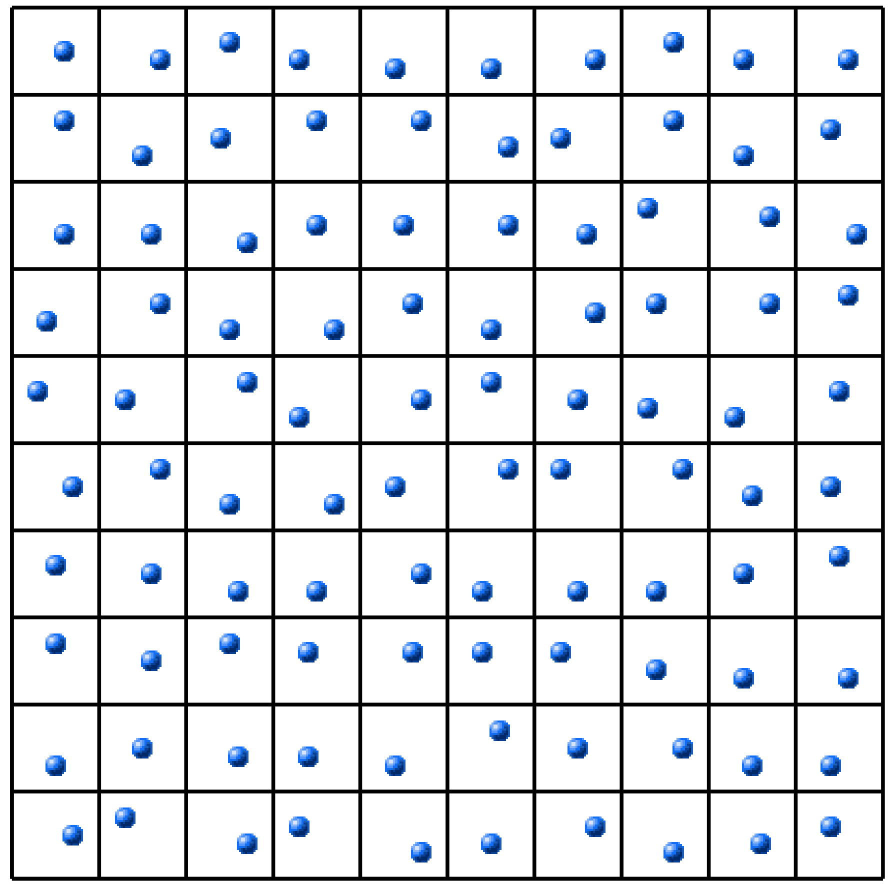
Definizione di **ORDINE/DISORDINE**



Definizione di **ORDINE/DISORDINE**

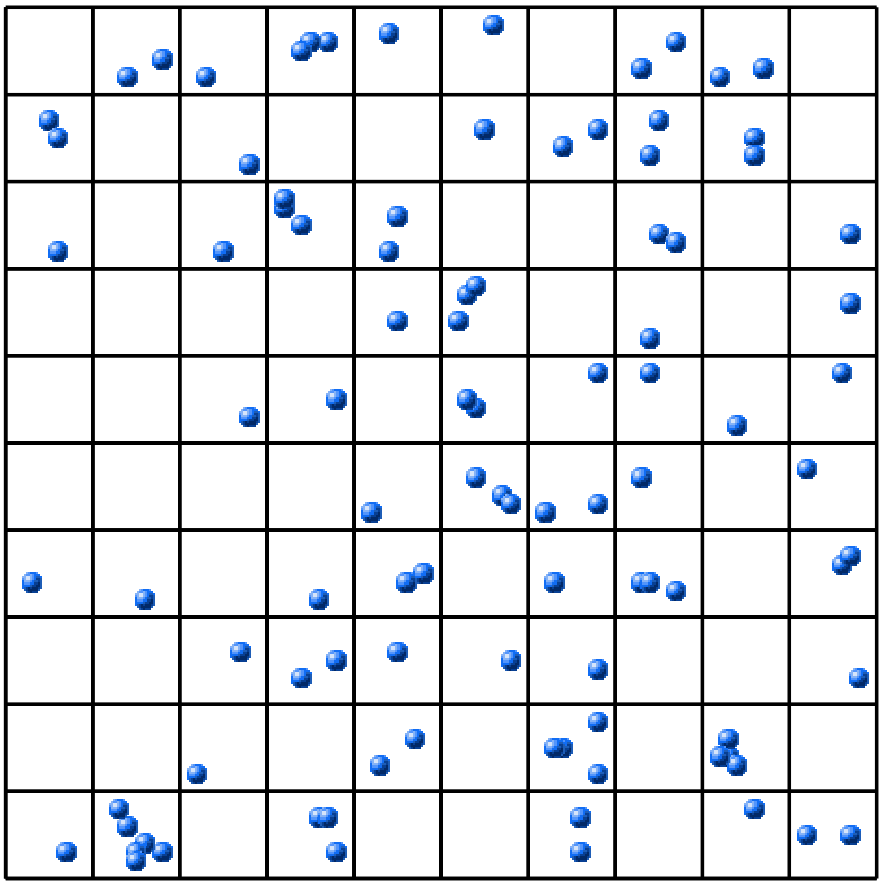


Massima “concentrazione”
(S=0)

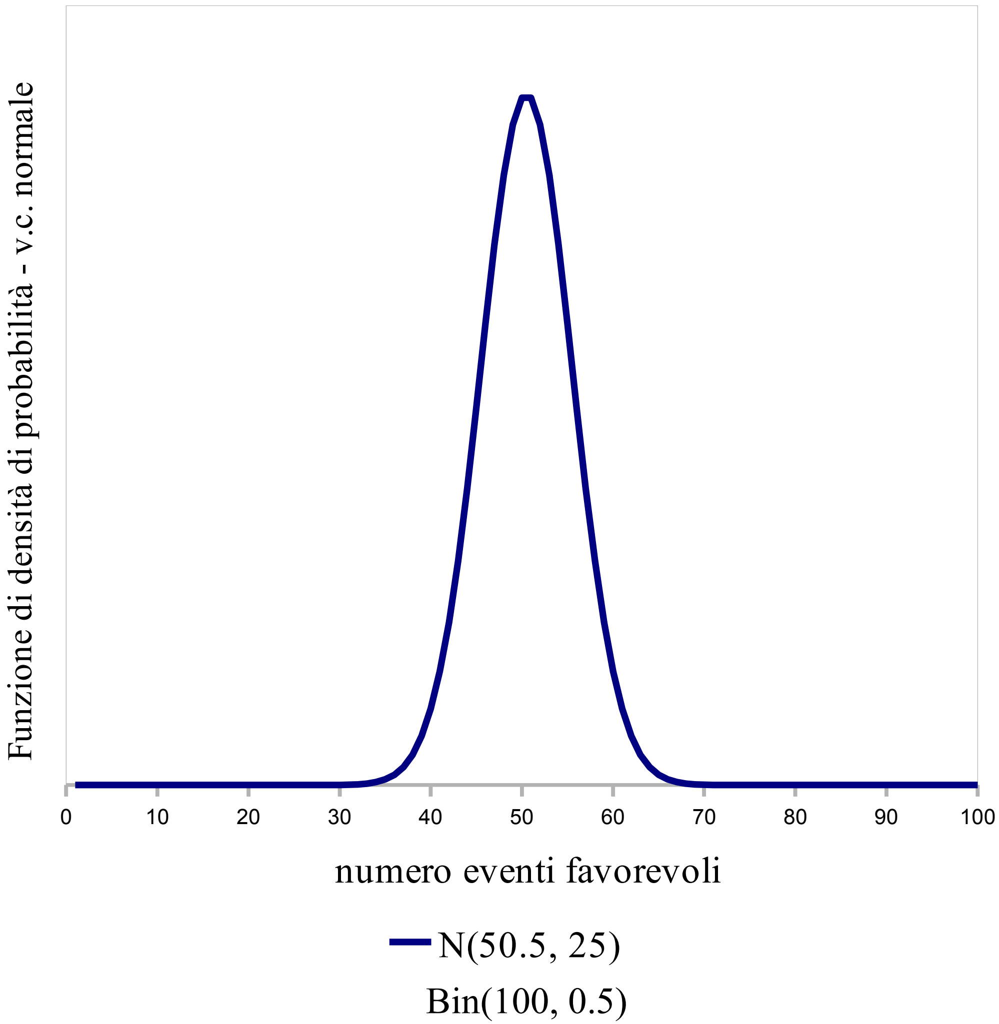


Massima “dispersione”
(S=1)

Tipologia di *stato* più probabile



(0 < S < 1)
disordine?



Misure di **ORDINE/DISORDINE**

1) Indice di Gini (rapporto di concentrazione = differenza semplice media / 2μ)
Non tiene conto della numerosità!

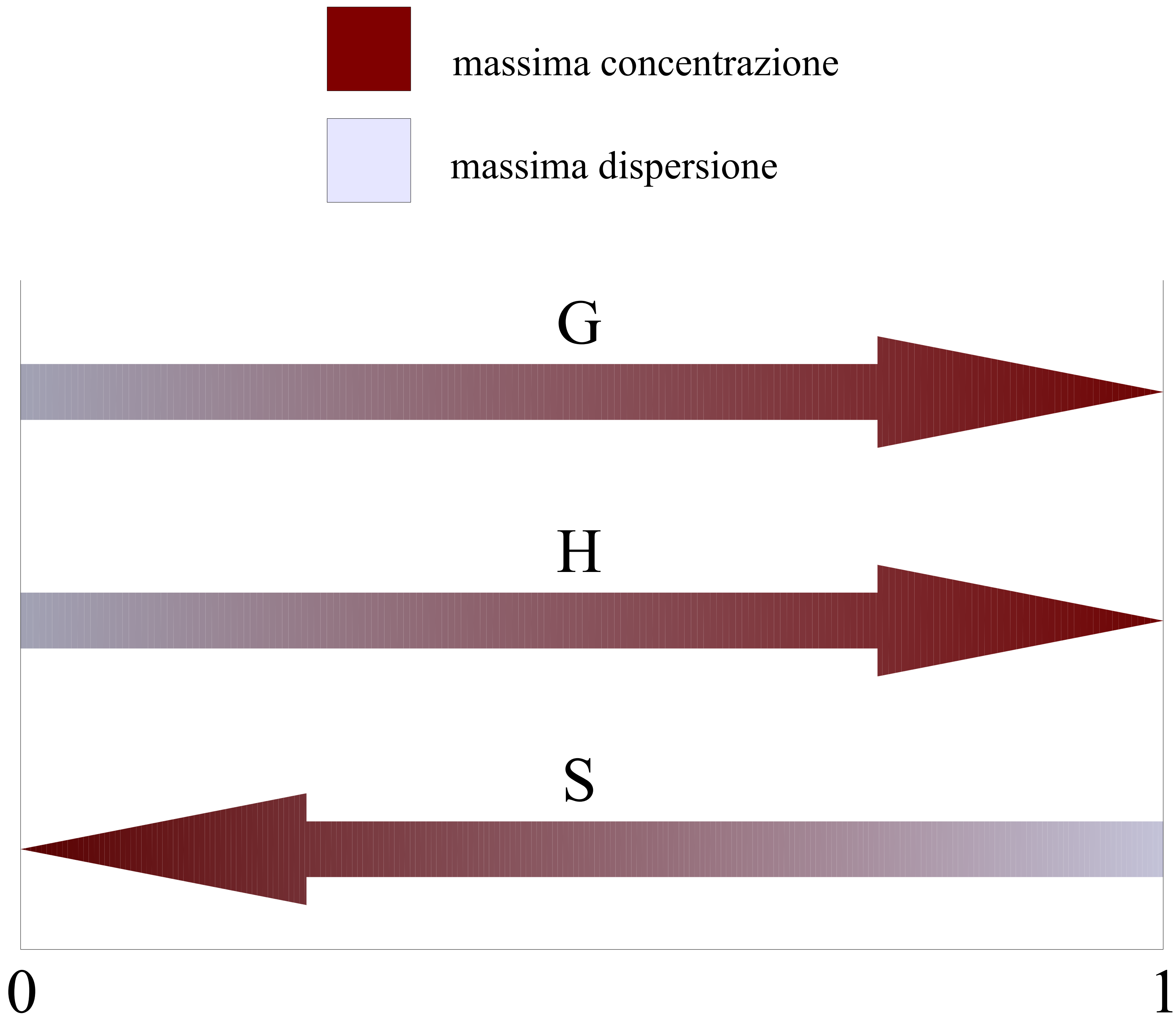
$$G = 1 - \sum_{i=0}^{N-1} f_{i+1}(q_i + q_{i+1})$$

2) Indice di Herfindahl

$$H = \sum_{i=1}^{N} f_i^{\,2} = N\sigma_f^{\,2} + \frac{1}{N}$$

3) Indice di entropia (di Shannon normalizzato)

$$S = \frac{-\sum_{i=1}^{N} f_i \ln f_i}{\ln N}$$


massima concentrazione
massima dispersione
G
H
S
0
1

L'indice S deriva dal seguente ragionamento.
Innanzitutto si richiede che la *misura dell'incertezza* sia *additiva* per prove tra loro indipendenti. Per tale motivo si applica la trasformazione logaritmica a tale misura.

Se una prova produce N eventi equiprobabili (e incompatibili), allora N è una misura adeguata della nostra incertezza. D'altra parte, sotto tale ipotesi, $f_i = 1/N$, $\forall i = 1, ..., N$, e quindi $N = 1/f_i$ = ***misura dell'incertezza***. Allo stesso modo, quando gli eventi generati dalla prova non sono equiprobabili, possiamo assumere come misura della nostra incertezza, riguardo alla realizzazione di ognuno degli eventi, il valore $1/f_i$. Inoltre applichiamo una trasformazione monotona (il logaritmo) a tali valori, in modo che sia soddisfatto il requisito della *additività* della misura dell'incertezza. Infine sintetizziamo tali misure (calcolate per ogni possibile evento) mediante una media ponderata con le probabilità dei singoli eventi.

$$-\sum_{i=1}^{N} f_i \ln f_i$$

Un grandissima varietà di fenomeni naturali possono essere approssimati dal modello statistico costituito dalla *variabile casuale normale*.

Infatti il *teorema limite centrale* afferma che il risultato della somma di un certo numero di variabili casuali qualsiasi può essere approssimato dalla *variabile casuale normale*.

Vediamo come tale risultato può essere ottenuto in un contesto semplificato.

Una prova nella quale si possono avere solo due risultati (ad es.: successo e insuccesso) può essere rappresentata con una variabile casuale (v.c.) del tipo Bernoulli che assume valore 1 (successo) con probabilità p e valore 0 con probabilità 1-p : X~Ber(1, p).

Media: $E(X) = 1p + 0(1-p) = p$

Varianza: $Var(X) = (1-p)^2 p + (0-p)^2(1-p) = p(1-p)(1-p+p) = p(1-p)$

Una prova costituita da n sottoprove tra loro indipendenti, ognuna delle quali si distribuisce come una v.c. B(1, p), può essere rappresentata da una v.c. Binomiale Y~Bin(n, p) nella quale la probabilità che k sottoprove generino il valore 1 (*successo*) è data dal prodotto delle combinazioni di n elementi di classe k per la probabilità di ottenere 1 nelle sottoprove di ogni singola classe. Pertanto la funzione di distribuzione di probabilità di Y (per $k := 0, 1, \ldots, n$) è:

$$Prob(Y=k) := b(k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{(n-k)}$$

dove n è il numero totale delle sottoprove e k è il numero delle sottoprove che generano il valore 1 con probabilità p.

La funzione di densità $b(k)$ può essere definita in modo ricorsivo:

$$b(k)=\binom{n}{k}p^k(1-p)^{(n-k)}=\frac{n!}{k!(n-k)!}p^k(1-p)^{(n-k)}$$

$$b(k)=\frac{n-k+1}{k}\frac{n!}{(k-1)!(n-k+1)!}\frac{p}{1-p}p^{(k-1)}(1-p)^{(n-(k-1))}$$

$$b(k)=\frac{(n-k+1)p}{k(1-p)}\binom{n}{k-1}p^{(k-1)}(1-p)^{(n-(k-1))}=\frac{(n-k+1)p}{k(1-p)}b(k-1)$$

Ricordando la definizione della v.c. Y:

$$Y=\sum_{i=1}^{n}X_i\Rightarrow\begin{cases}E(Y)=np\\ \sigma^2=Var(Y)=np(1-p)\end{cases}$$

effettuiamo una standardizzazione della v.c. Y~Bin(n, p), ponendo:

$$x := \frac{k - np}{\sigma}$$

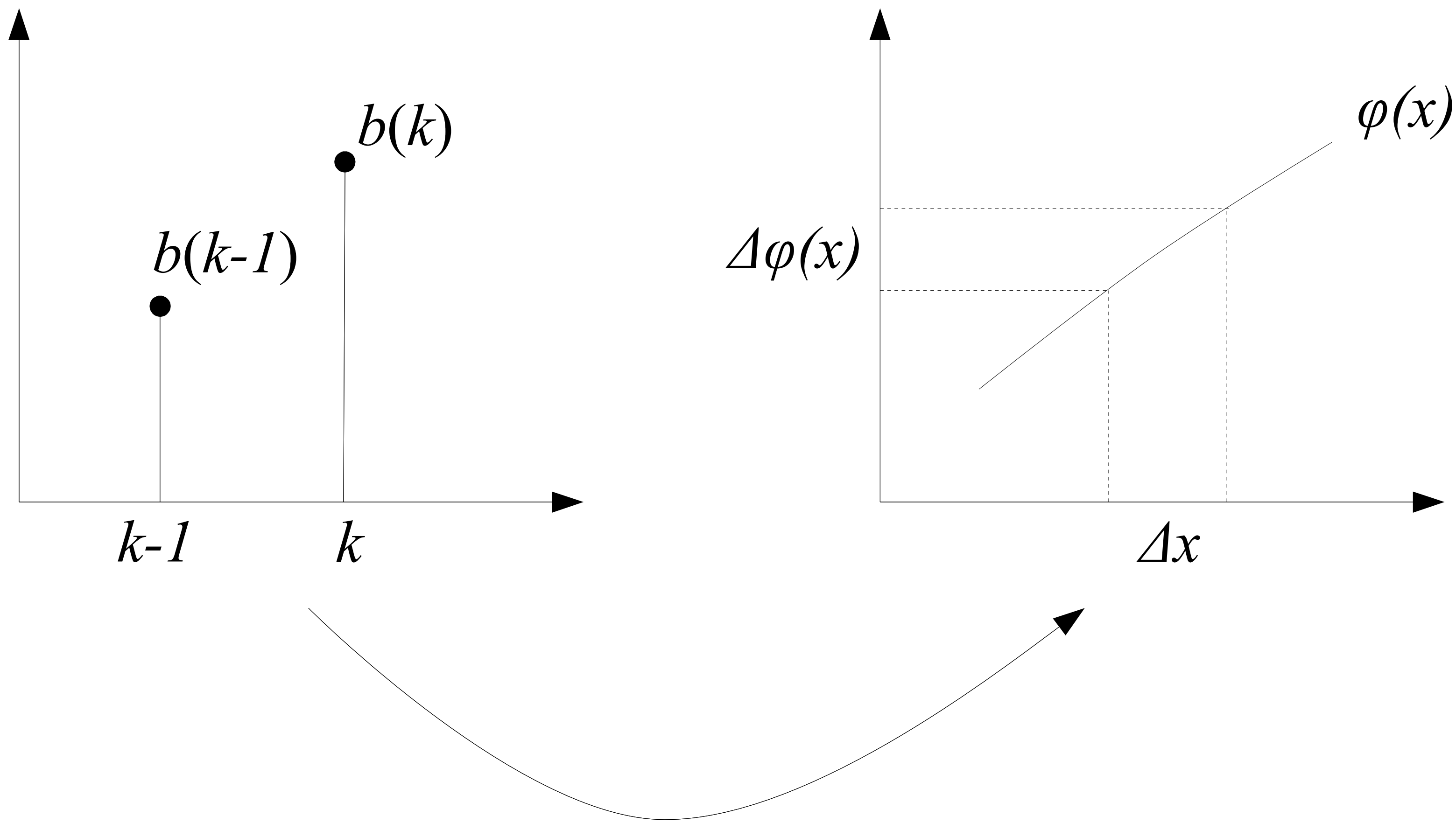
e calcoliamo la variazione subita da x quando k varia di una unità:

$$\Delta x := \frac{k - np}{\sigma} - \frac{k - 1 - np}{\sigma} = \frac{1}{\sigma}$$

per cui detta $\varphi(x)$ la funzione di densità incognita che ha come argomento la v.c. x, dovrà essere:

$$\Delta \varphi(x) \Delta x = b(k) - b(k-1) \Rightarrow \Delta \varphi(x) = \sigma b(k) - \sigma b(k-1)$$

Il ragionamento che stiamo svolgendo può essere rappresentato mediante i seguenti grafici



Dal precedente rapporto incrementale sviluppiamo i seguenti calcoli:

$$\frac{\Delta\varphi(x)}{\Delta x}=\frac{\varphi(x)-\varphi(x-\Delta x)}{\frac{1}{\sigma}}=\frac{\varphi(x)-\varphi(x-\frac{1}{\sigma})}{\frac{1}{\sigma}}$$

$$\frac{\Delta\varphi(x)}{\Delta x}=\frac{\sigma b(k)-\sigma b(k-1)}{\frac{1}{\sigma}}=\sigma^2\left[\frac{(n-k+1)p}{k(1-p)}-1\right]b(k-1)$$

dato che $k = \sigma x + np \Leftrightarrow np = k - \sigma x$, sostituiamo np e k, ottenendo:

$$\frac{\Delta\varphi(x)}{\Delta x}=\sigma^2\frac{np+p-k}{k(1-p)}b(k-1)=\frac{\sigma(p-\sigma x)\varphi(x-\frac{1}{\sigma})}{(\sigma x+np)(1-p)}$$

siccome $\sigma^2 = np(1-p)$, possiamo scrivere:

$$\frac{\Delta\varphi(x)}{\Delta x} = \frac{\sigma(p-\sigma x)\varphi(x-\frac{1}{\sigma})}{(\sigma x+np)(1-p)} = \sigma\frac{p-\sigma x}{\sigma x(1-p)+\sigma^2}\varphi(x-\frac{1}{\sigma})$$

$$\frac{\Delta\varphi(x)}{\Delta x} = \frac{p-\sigma x}{x(1-p)+\sigma}\varphi(x-\frac{1}{\sigma}) = \frac{\frac{p}{\sigma}-x}{1+\frac{1-p}{\sigma}x}\varphi(x-\frac{1}{\sigma})$$

Visto che $\sigma \to \infty$ per $n \to \infty$, possiamo determinare il limite:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{\Delta\varphi(x)}{\Delta x} = -x\varphi(x) \Leftrightarrow \varphi'(x) = -x\varphi(x)$$

Resta determinata così l'equazione differenziale (omogenea del primo ordine e lineare) avente per incognita la funzione $\varphi(x)$:

$$\varphi'(x) - x\,\varphi(x) = 0$$

tale equazione ammette la seguente soluzione (con c costante arbitraria):

$$\varphi(x) = c\,e^{-\int_0^x t\,dt} = c\,e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Dato che $\varphi(x)$ è una funzione di densità di probabilità, deve essere:

$$\int_{-\infty}^{\infty} c\,e^{-\frac{x^2}{2}}\,dx = 1 \Rightarrow c = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}$$

in quanto si può dimostrare che:

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = \sqrt{2\pi}$$

In definitiva la funzione di densità di probabilità incognita è:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

che è funzione di densità di probabilità della variabile casuale normale standardizzata.