

***Coherence, complexity and creativity  
( Coerenza, Complessità e Creatività )***

***FT Arecchi***

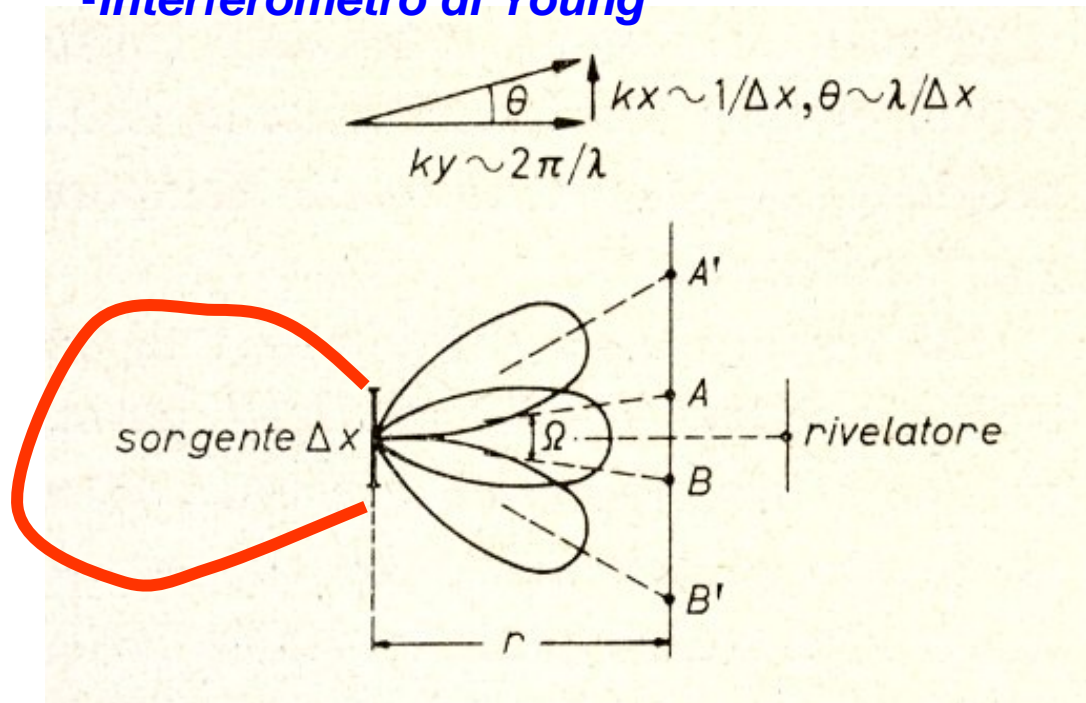
***Università di Firenze***

***homepage: [www.inoa.it/home/arecchi](http://www.inoa.it/home/arecchi) [A.]***

***30° LEOS Roma 30-01-08***

***Coerenza***

## -Interferometro di Young



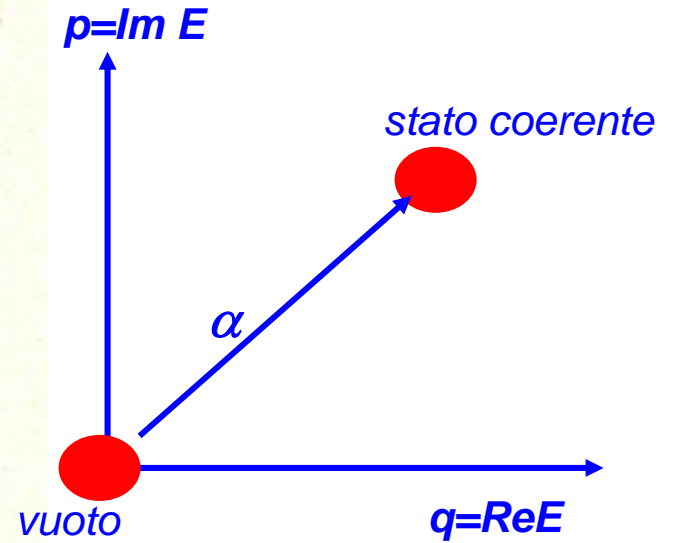
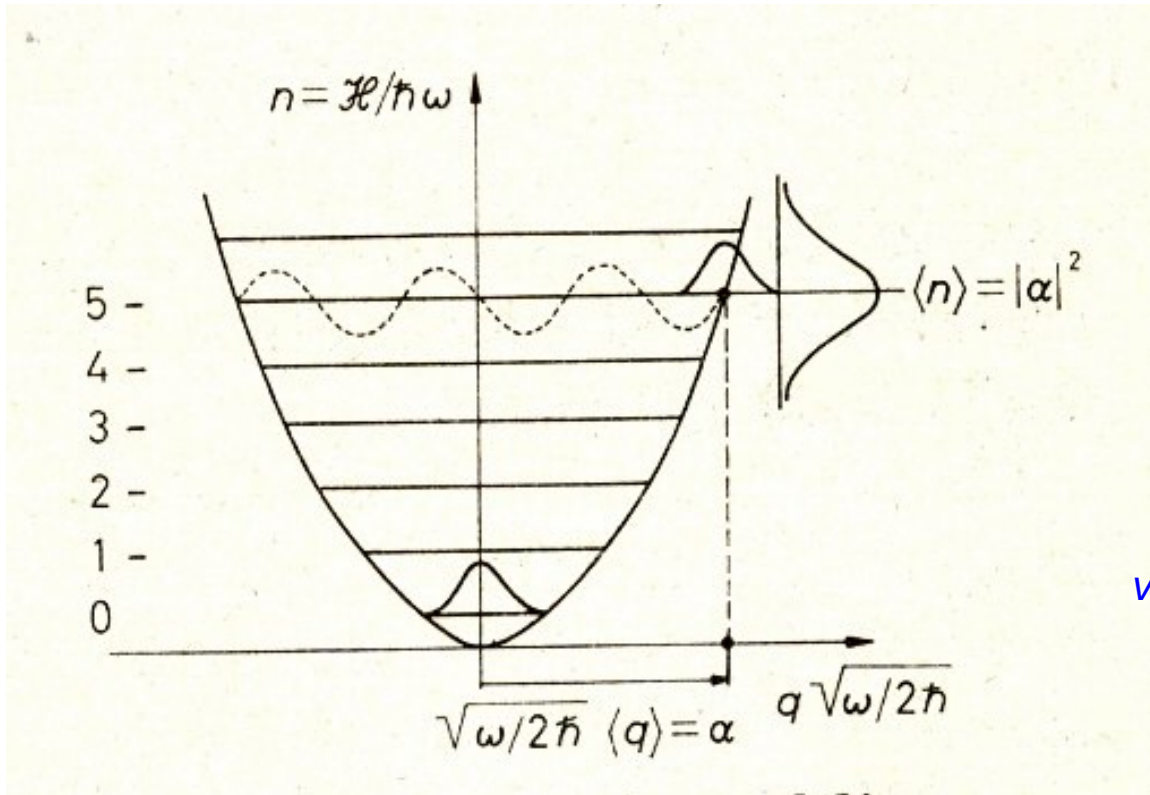
corrente proporzionale al modulo quadrato del campo

$$\langle |E_1 + E_2|^2 \rangle \longrightarrow I_1 = |E_1|^2 \quad I_2 = |E_2|^2 \quad \langle E^*_1 E_2 \rangle$$

Funzione di correlazione al primo ordine  $G^{(1)}(1,2) = \langle E^*_1 E_2 \rangle$

area di coerenza

$$S_{AB} = \frac{\lambda^2 \cdot r^2}{(\Delta x)^2}$$

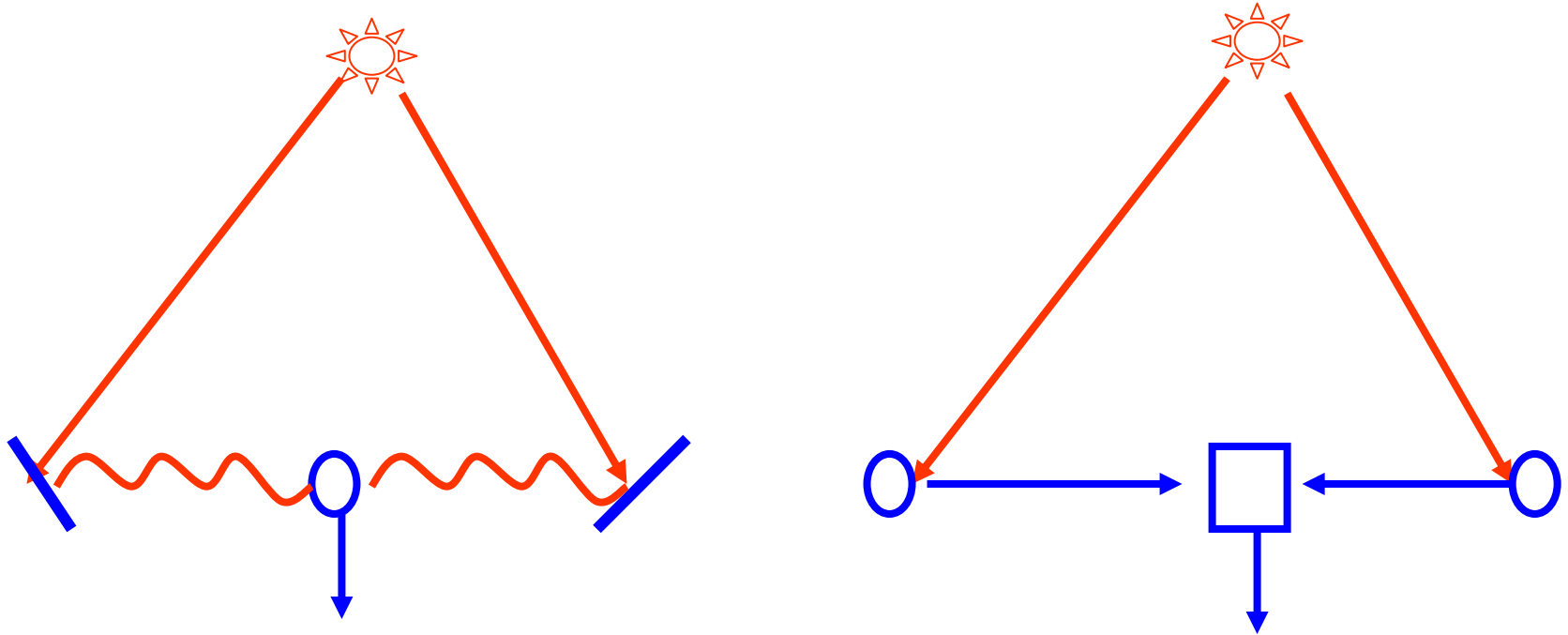






$$\Delta q \Delta p = (n + 1/2) \hbar$$

$$\Delta q \Delta p = 1/2 \hbar$$

$$G^{(n)}(1, 2, \dots, n) = G^{(1)}(1) G^{(1)}(2) \dots G^{(1)}(n)$$

*Interferometro stellare di campo ( M ) e di intensità ( H-B e T, 1956 )*



-  **Campo ottico**
-  **Segnale elettrico**
-  **Rivelatore di fotoni**
-  **Correlatore elettronico**

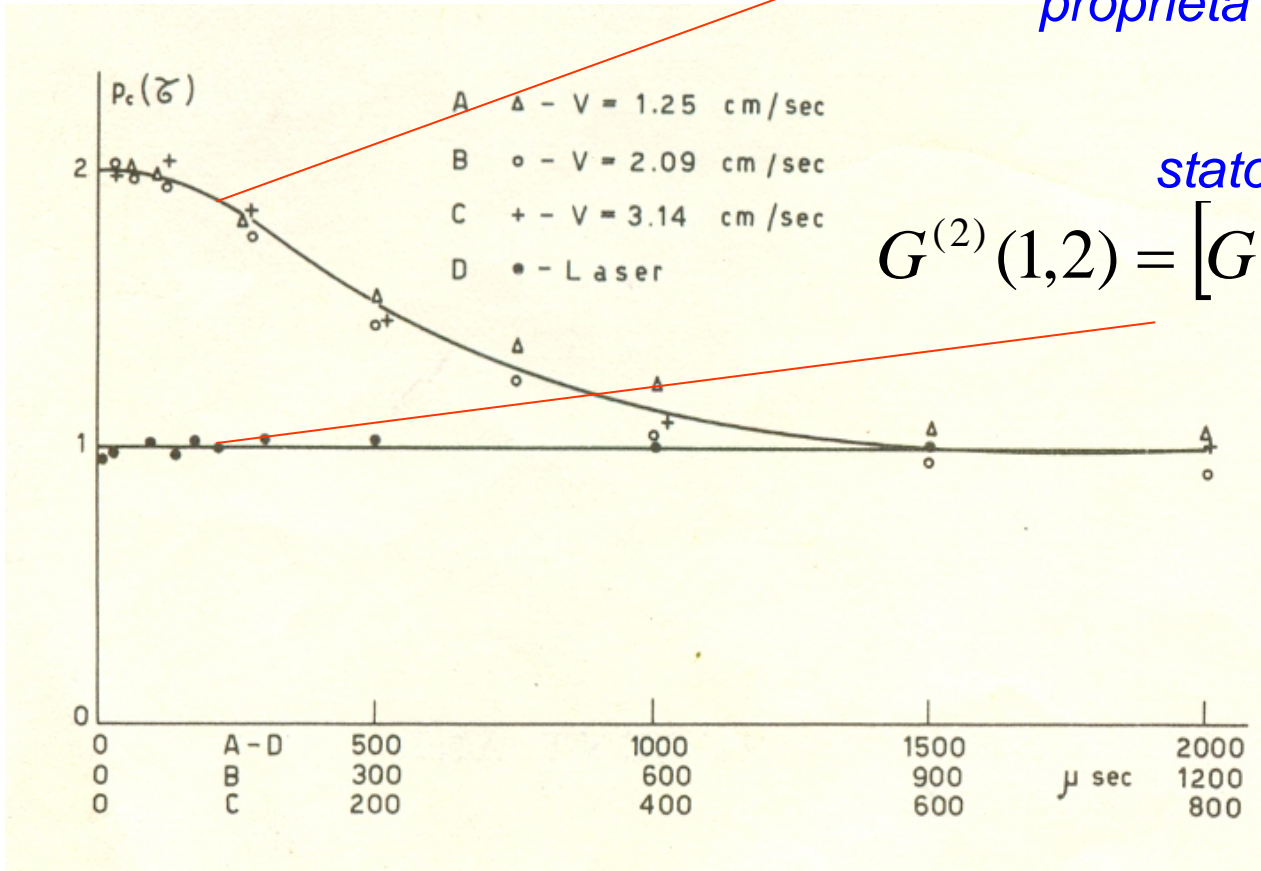
*Hanbury-Brown e Twiss: correlazione di intensità*

$$G^{(2)}(1,2) = \langle |E_1|^2 |E_2|^2 \rangle = I_1 I_2 + |G^{(1)}(1,2)|^2$$

*proprietà processi gaussiani*

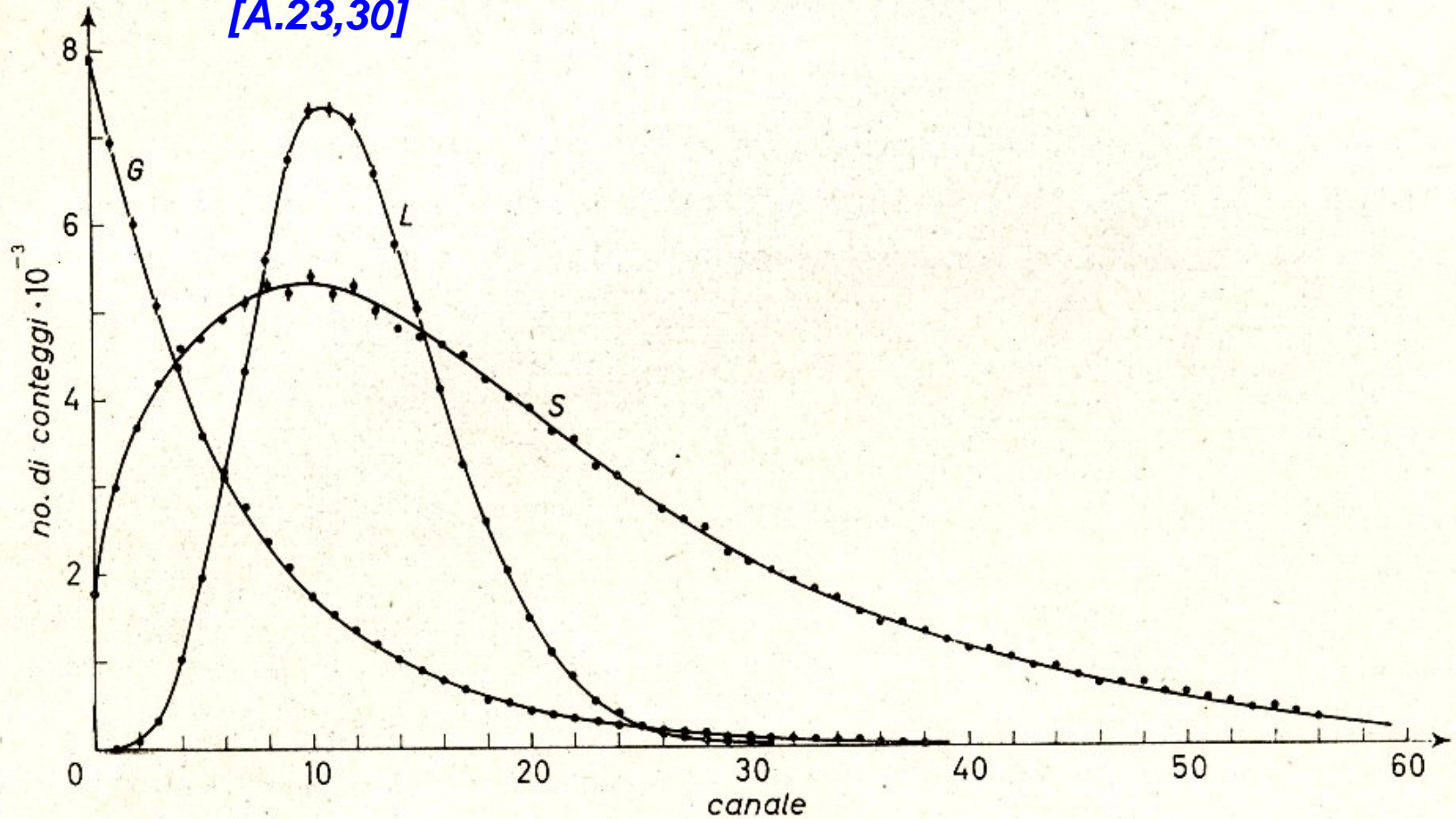
*stato coerente*

$$G^{(2)}(1,2) = [G^{(1)}(1,1)G^{(1)}(2,2)]$$



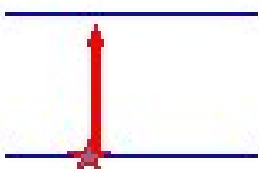
**( [A.25] Arecchi, Gatti, Sona-1966)**

***Distribuzioni statistiche dei fotoconteggi (Arecchi, 1965)***  
***[A.23,30]***

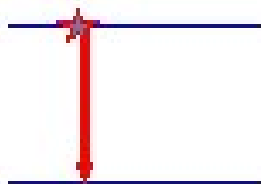


***L=luce laser; G= luce gaussiana; S= sovrapposizione dei due campi***

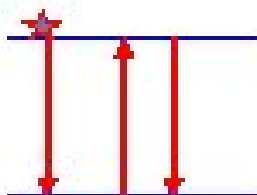
1



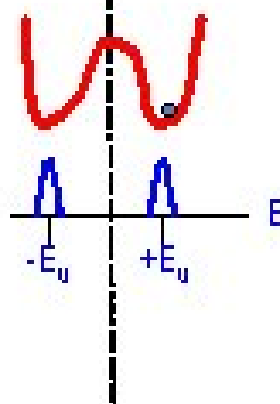
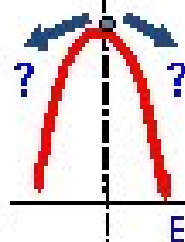
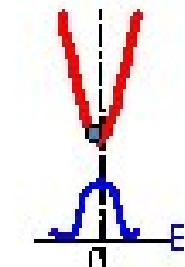
$$P = -\alpha E$$



$$P = \alpha E$$

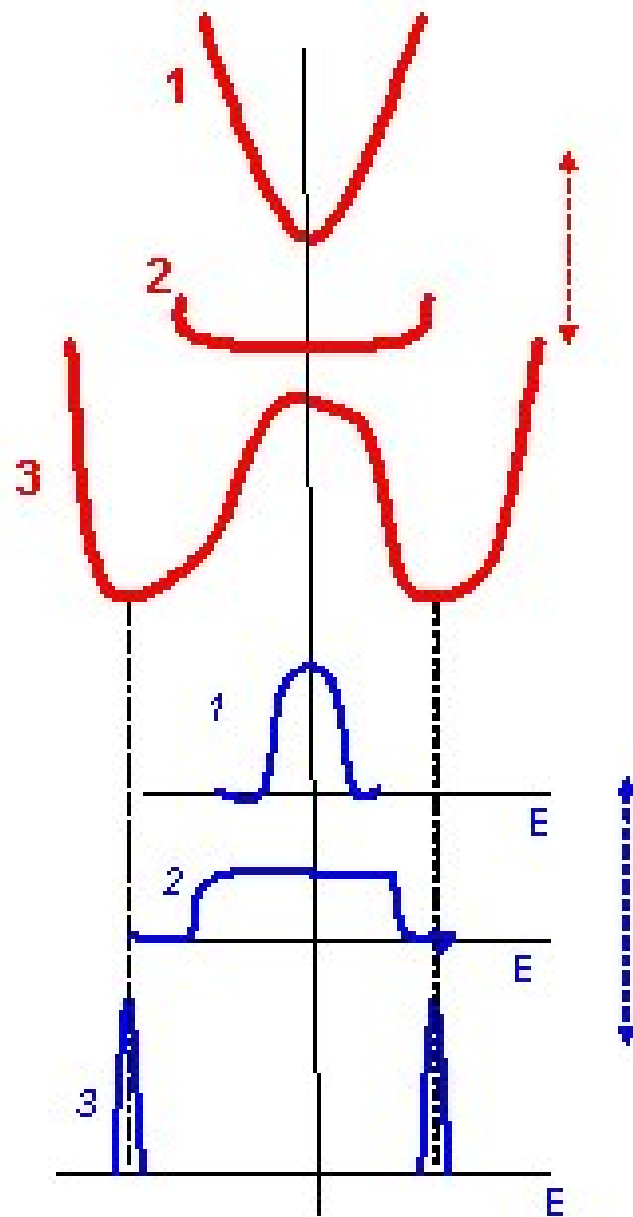


$$P = \alpha E - \beta E^3$$



Curve di energia  
e corrispondenti  
probabilità del  
campo  $E$





Curve di energia (1,2,3 )

e corrispondenti

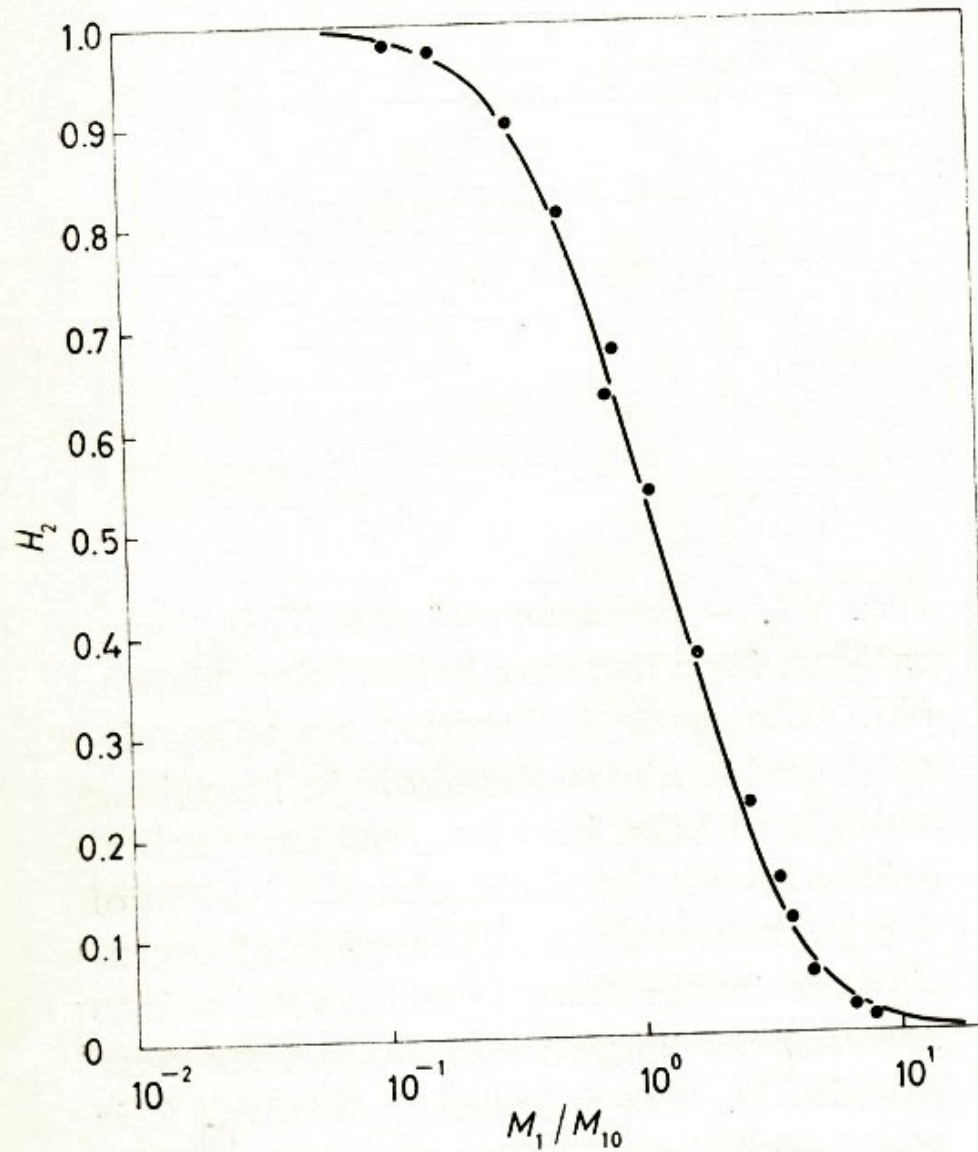
probabilità del campo E (1,2,3)

nelle tre situazioni:

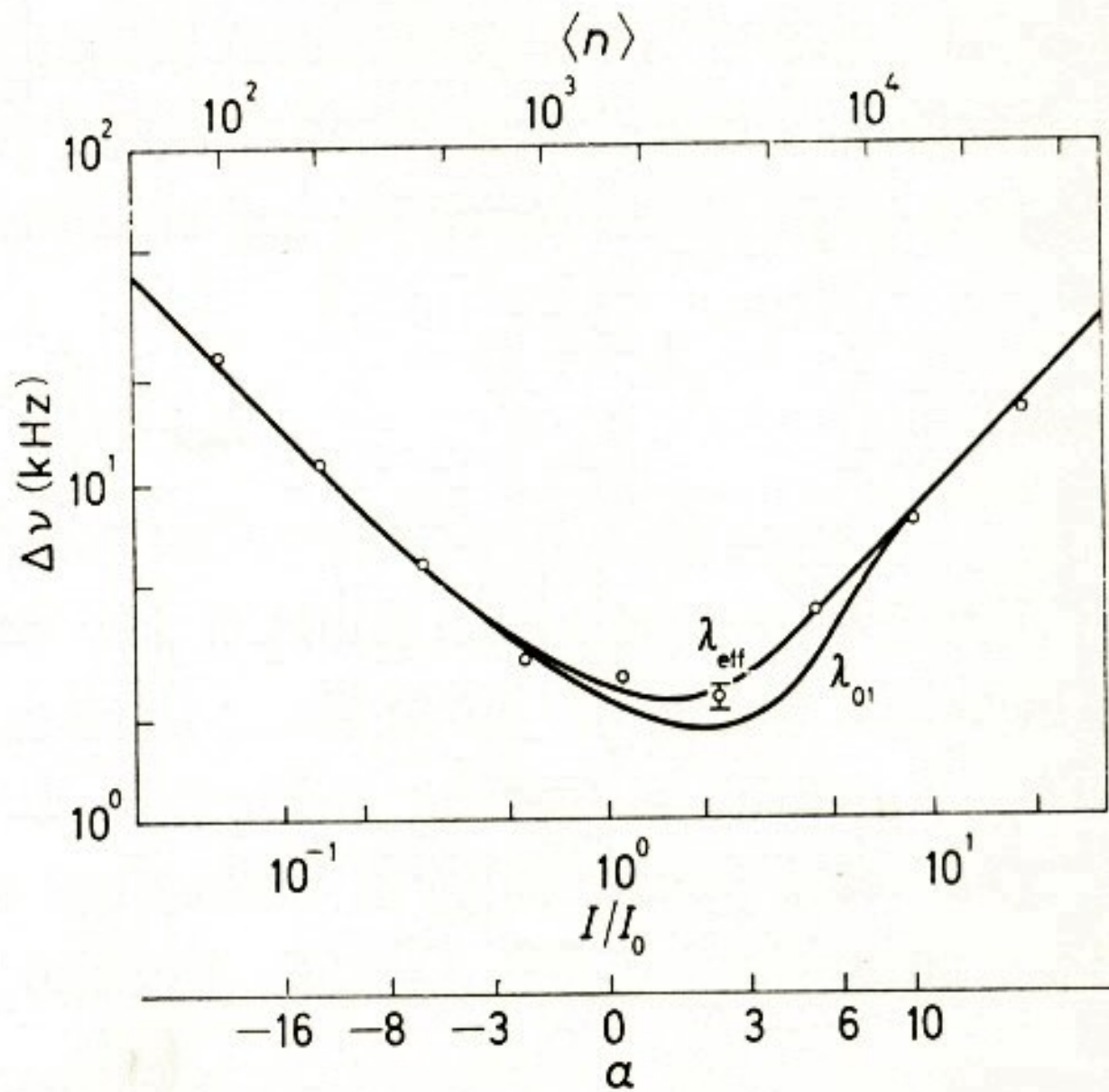
1-sotto soglia

2-a soglia

3-sopra soglia

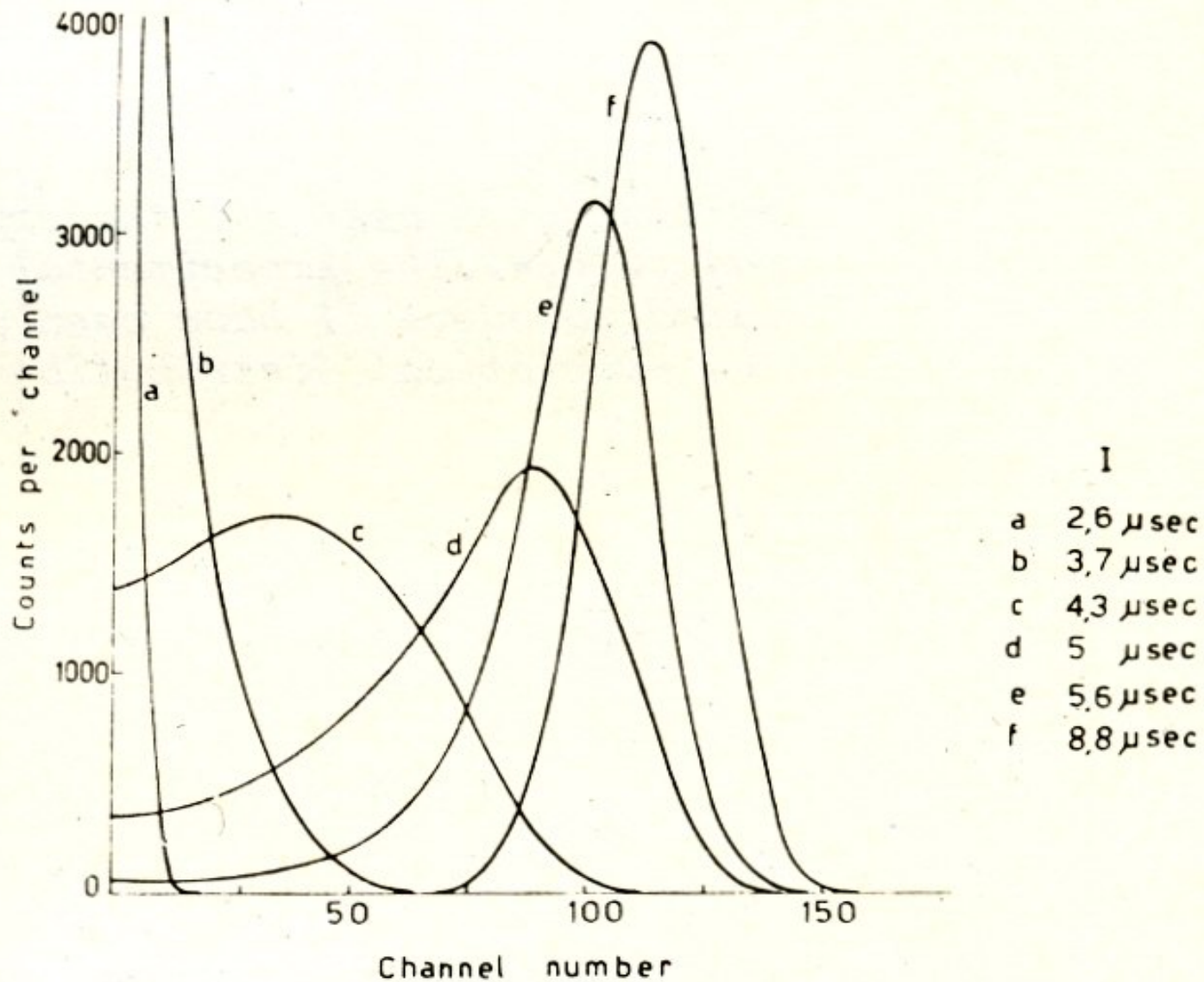


*Momento secondo  $H_2$  attorno alla soglia  $M_1=M_{10}$  (Arecchi et al 1966 [A.33])*

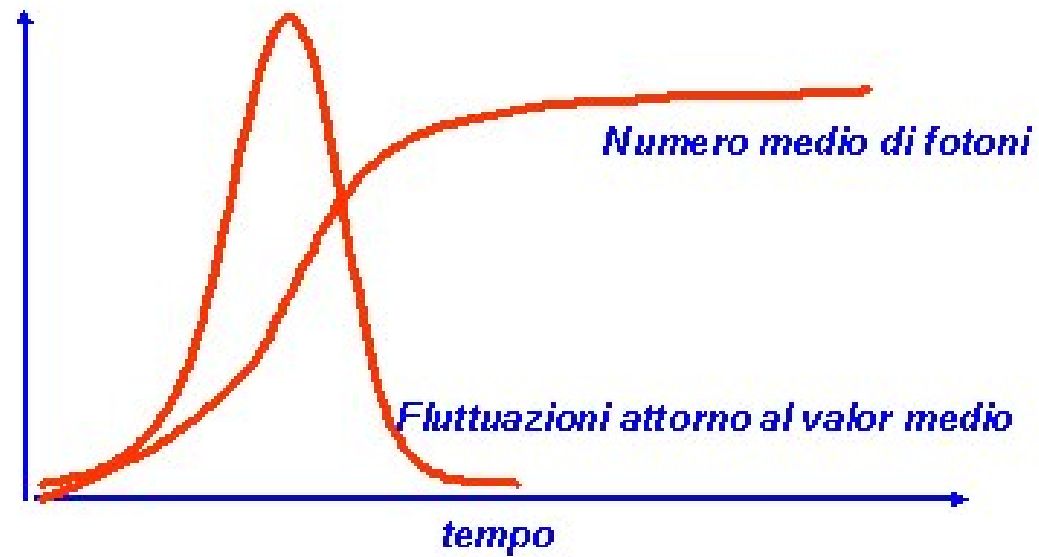


Critical slowing down alla soglia  $a=0$ ,  $\langle n \rangle=1700$  (Arecchi et al 1966 [A.36])

Statistiche fotoni ( intervallo osservazione 50 nsec) per vari ritardi dal switch  
(Arecchi et al 1967 [A.32,35])



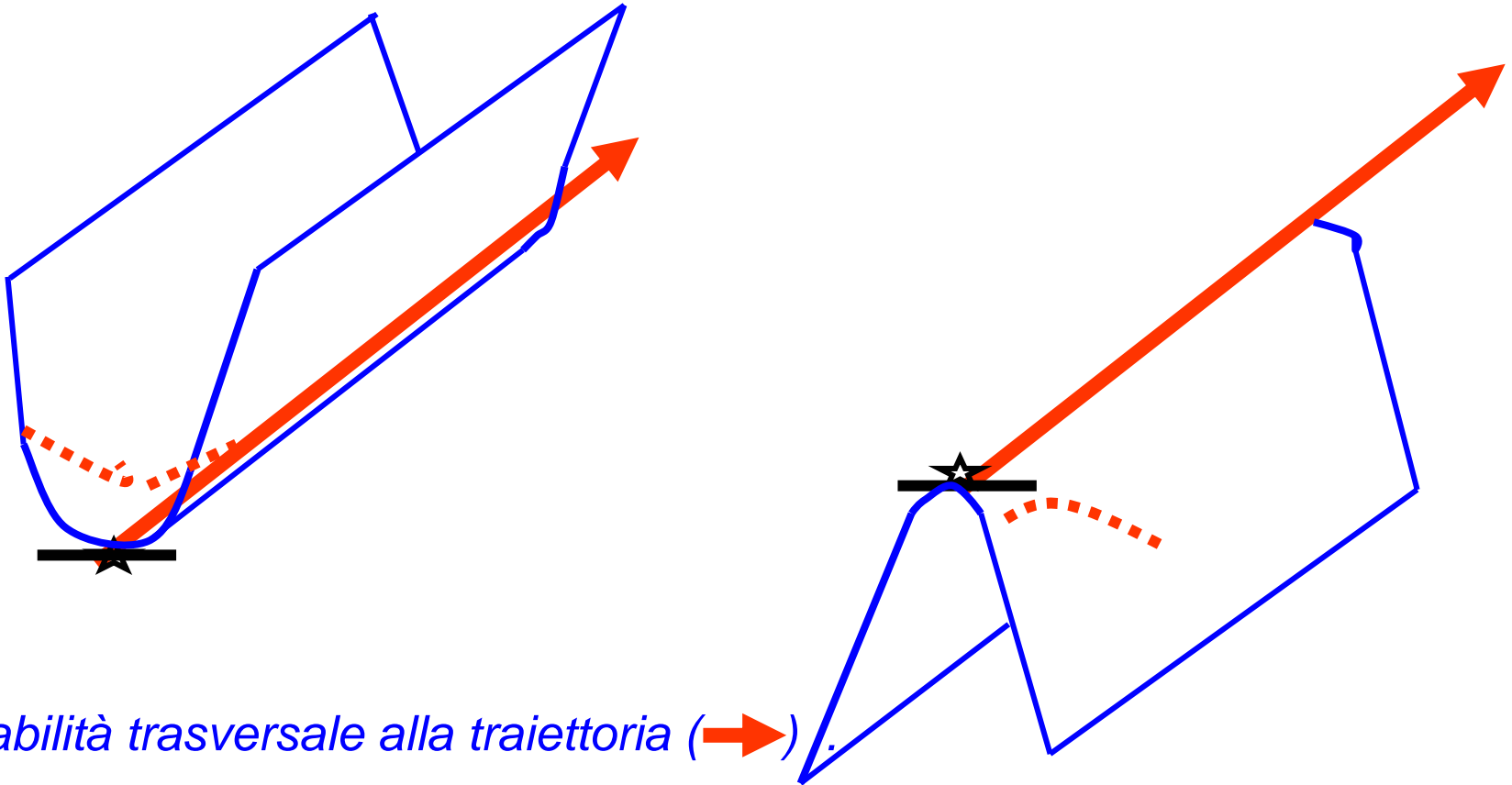
## Statistica dei fotoni di un laser in transitorio



[A.32]

# ***Caos e Complessità***

# Dinamica non lineare a 3 o più corpi (CAOS DETERMINISTICO)



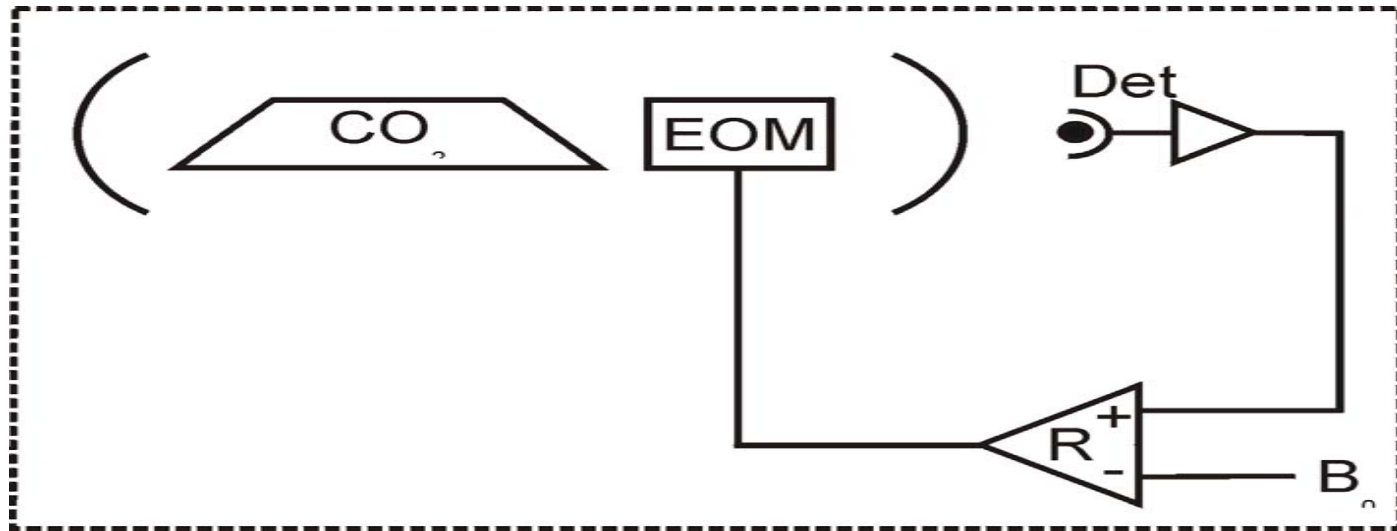
Stabilità trasversale alla traiettoria (→)

A sinistra moto *regolare*; a destra moto *caotico con perdita di informazione*

(*⋯*: traiettorie da condizioni iniziali — diverse da ★).

Velocità di perdita dell'informazione =  $K$  (da Kolmogorov).

# CO2 laser with feedback



Skeleton of the 3D model

$$\dot{x} = -k_0 x (1 - k_1 \sin^2 z) + Gxy,$$

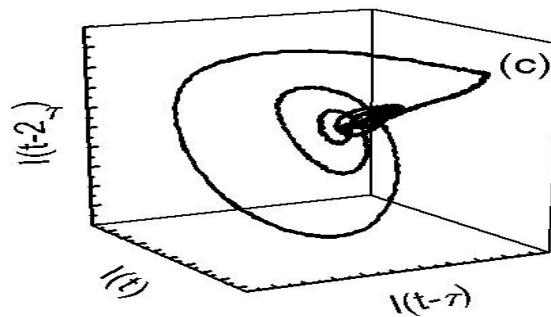
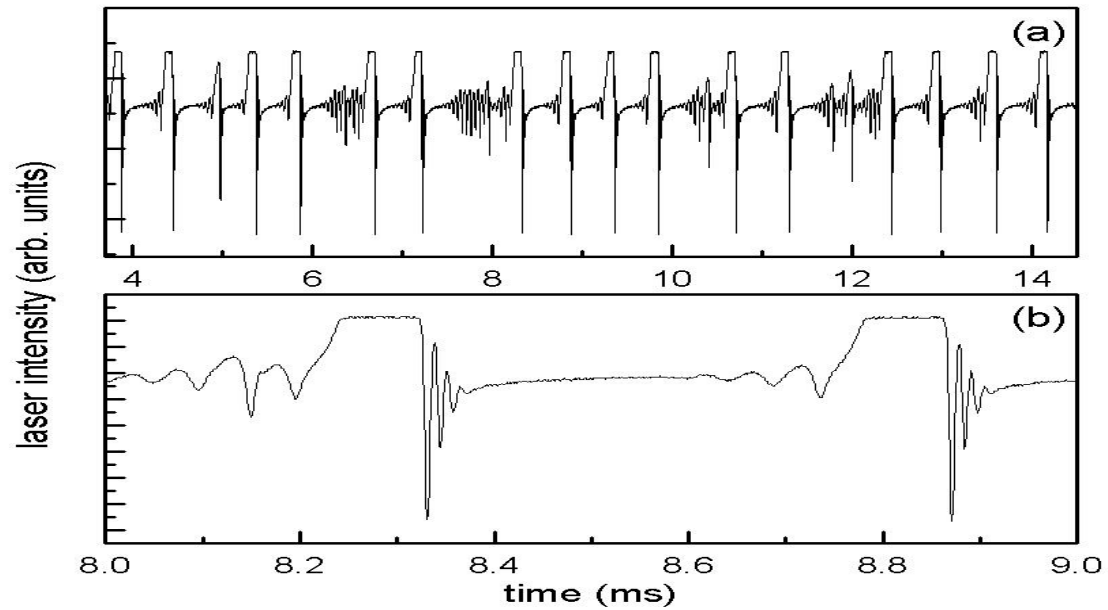
$$\dot{y} = -2Gxy - \gamma y + p_0,$$

$$\dot{z} = \beta(-z + b_0 - R \cdot x).$$

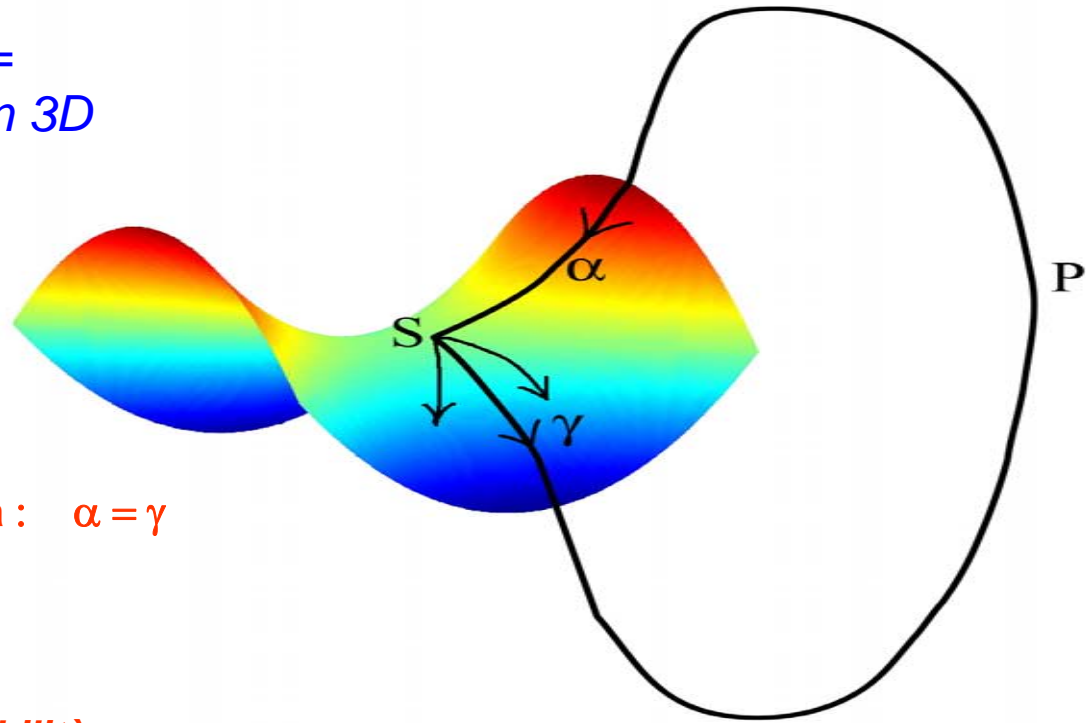
- X laser intensity
- Y population inversion
- z feedback signal

([A.134] 1986)





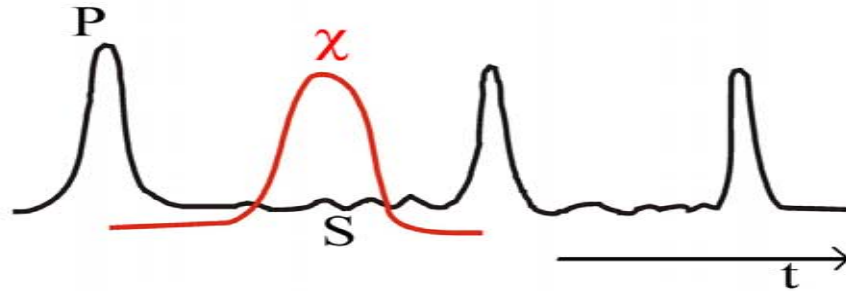
Caos omoclinico=  
ritorno a sella  $S$  in 3D



Caos:  $\alpha < \gamma$

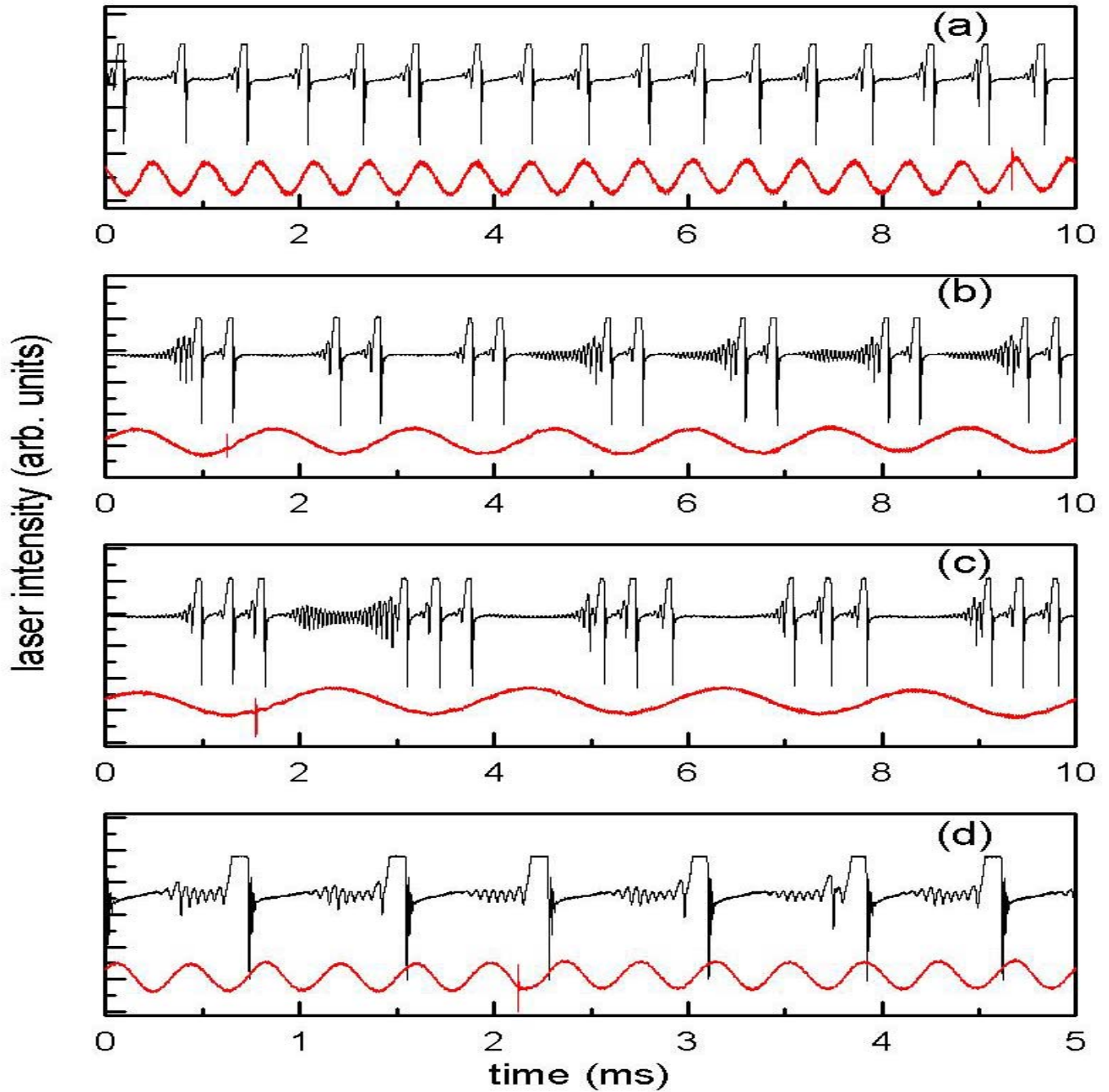
Oscillazione periodica :  $\alpha = \gamma$

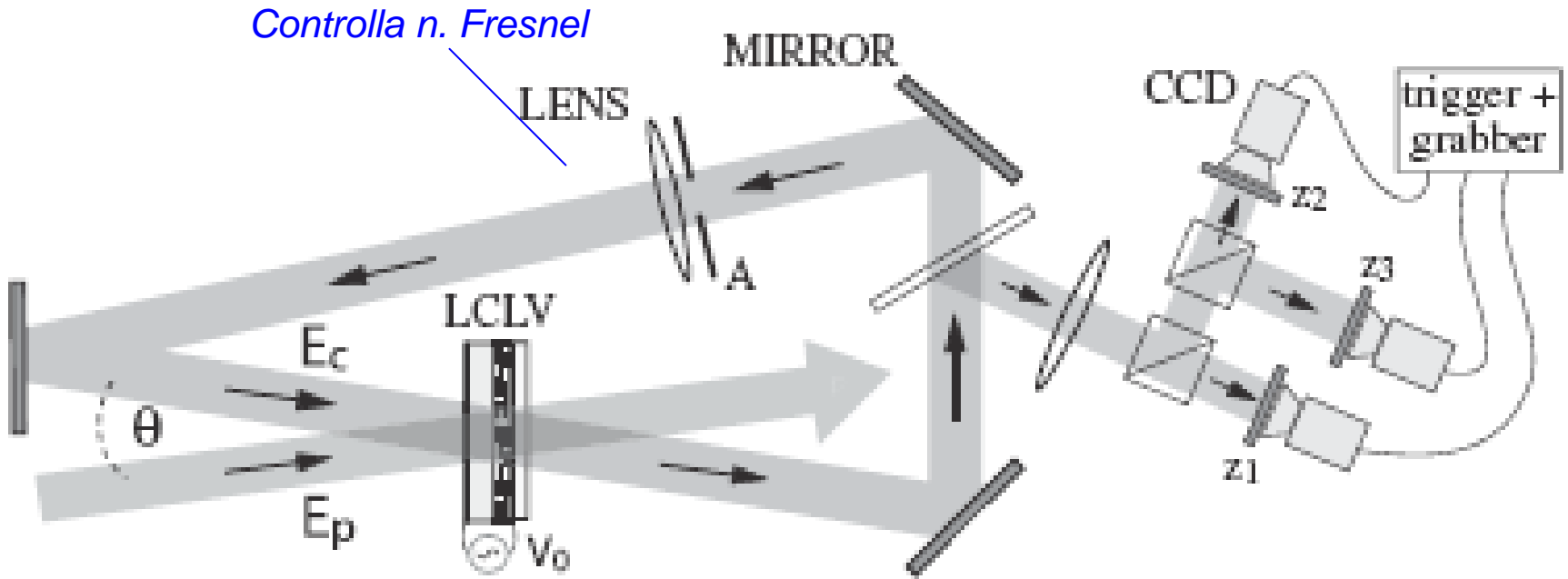
**Suscettibilità**  
 $\chi = \text{risposta/stimolo}$



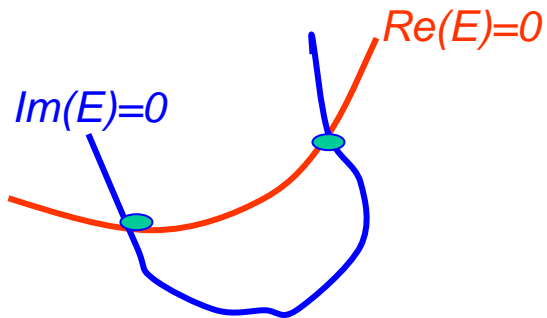
(2001)

[A.286]





**Campo 2D. Singolarità fase**



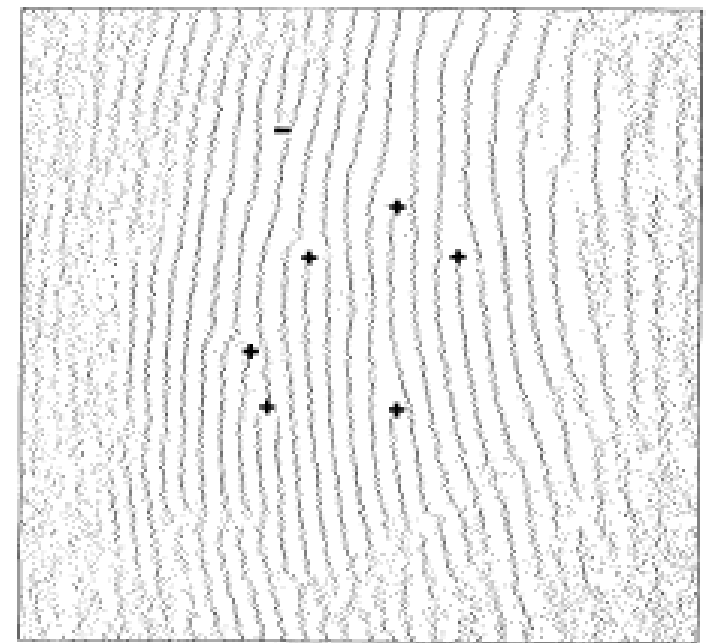
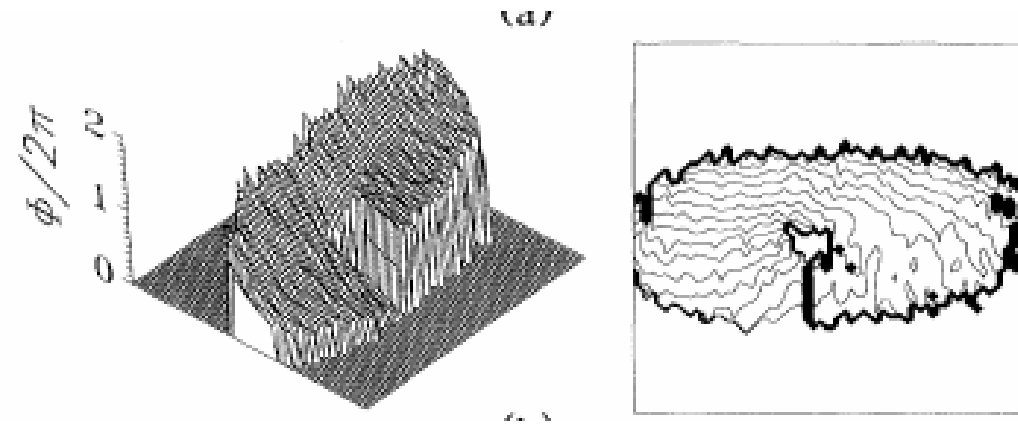
•  $\oint grad\Phi dl = \pm 2\pi$   
 (carica topologica +1/-1)

**[A.177,202,341]**

Visualizzazione cariche topologiche [A.183]

$F=3$

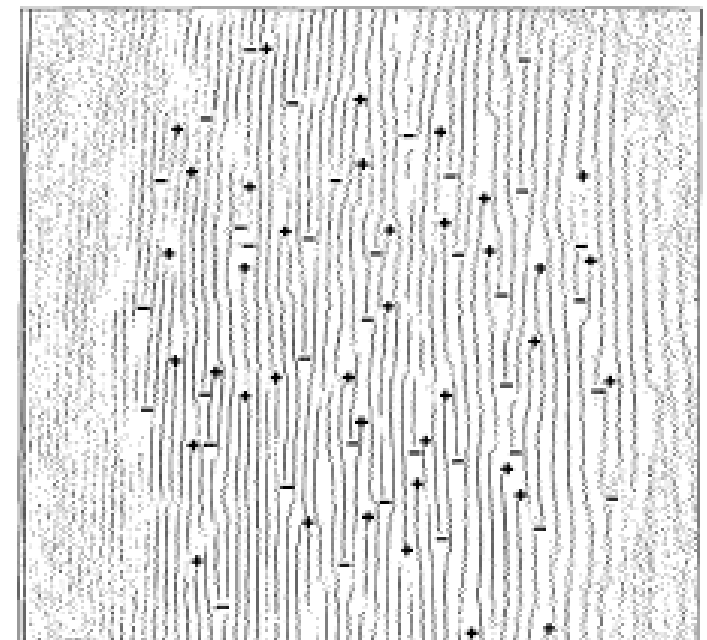
Referenza coassiale



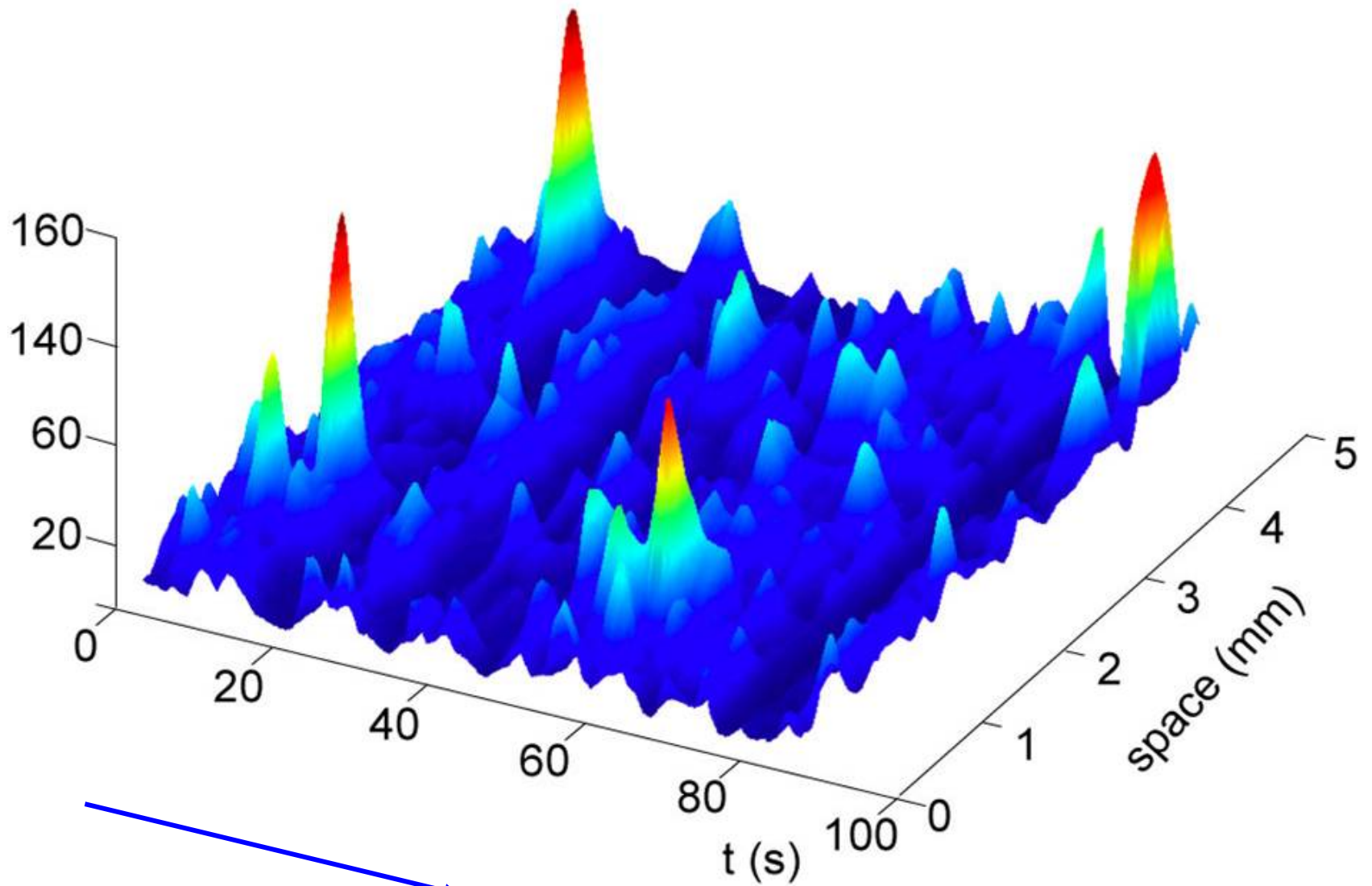
(a)

Referenza inclinata

$F=10$



(b)

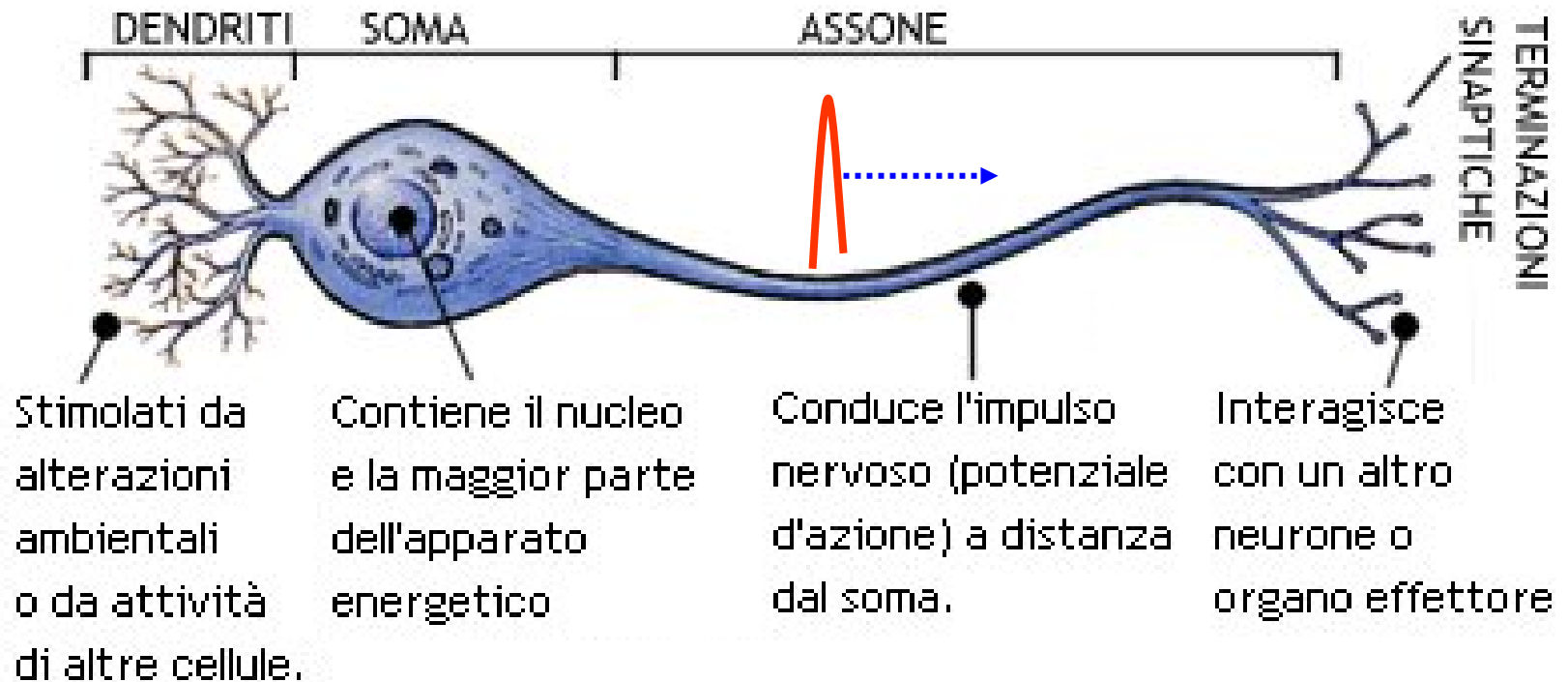


*Repliche diverse*

**[A.341]**

# ***Dinamica della percezione***

# NEURONE



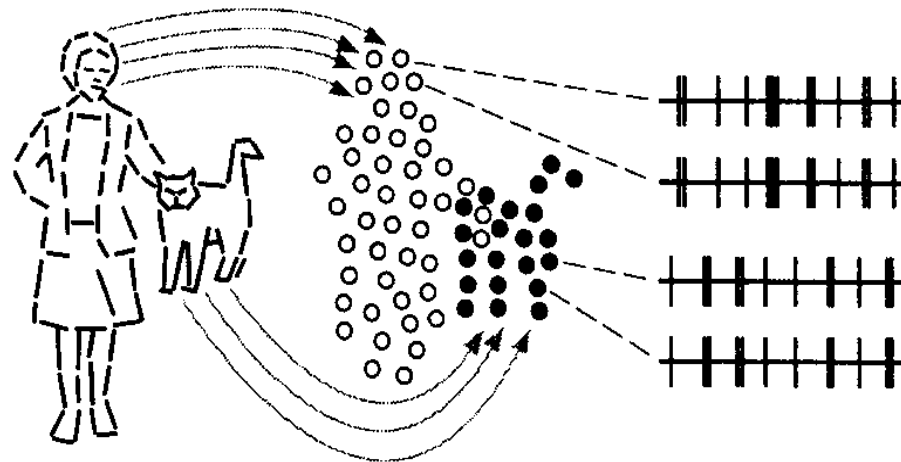
*Tempi  $\tau$  di trasporto su distanza  $d = 1\text{mm}$ :*

- **diffusione** ( $d^2 = D\tau$ )  $\tau = 10^4 \text{sec}$ , ( $D = 10^{-6} \text{cm}^2/\text{sec}$ );

- **propagazione** ( $v = 10^2 \text{cm/sec}$ )  $\tau = d / v = 1 \text{msec}$



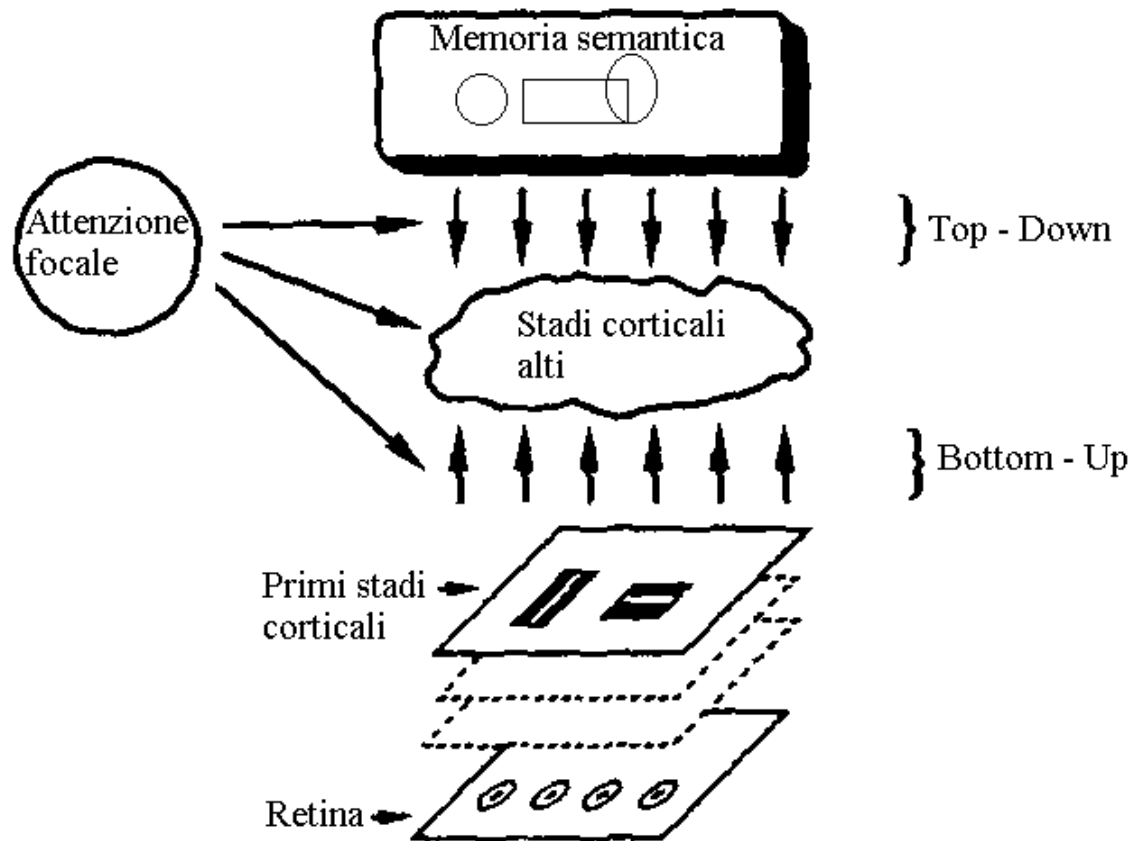
# Feature binding (legame di configurazione)




Ogni cerchietto rappresenta un campo ricettivo che isola dettagli specifici (ad es. barra verticale).

(W. Singer)

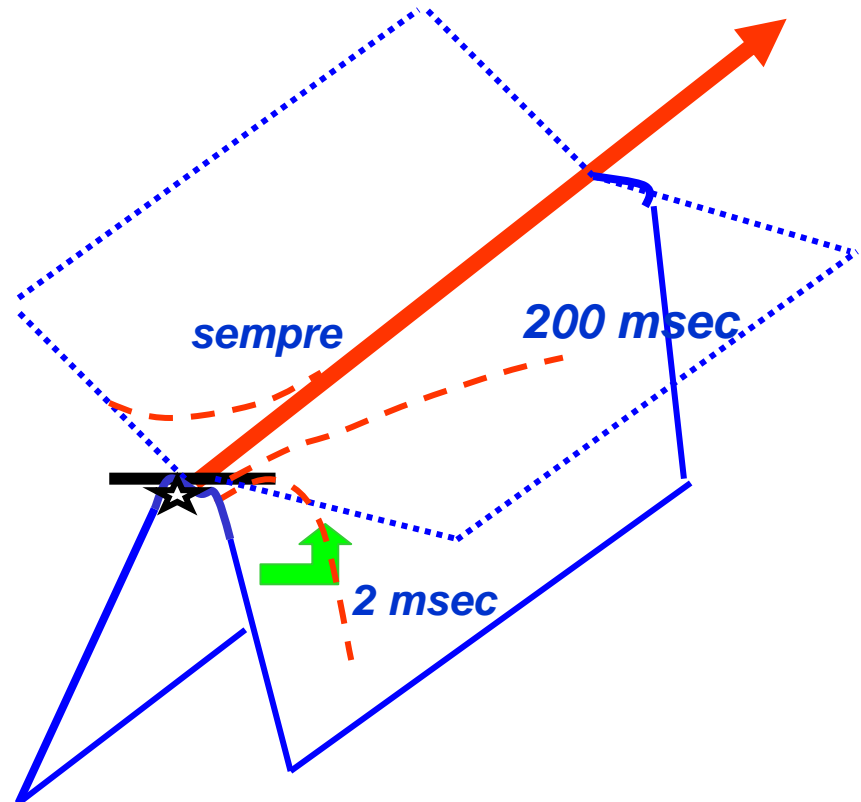
# Cooperazione fra stimoli e categorie memorizzate per formare una percezione (ART, S. Grossberg)



# Dinamica caotica: controllo

 instabilità trasversa  
ridotta (a destra) o  
invertita (a sinistra)  
per effetto di  
controlli esterni

nuovo livello di descrizione =  
variazione di codice



**PERCEZIONE : AFFIDABILE SE HA VITA LUNGA**

**MA NON INFINITA!!**

# ***Dinamica della cognizione***

# BAYES

*Fitness= monte della probabilità*

*condizione finale*

**INFORMAZIONE**

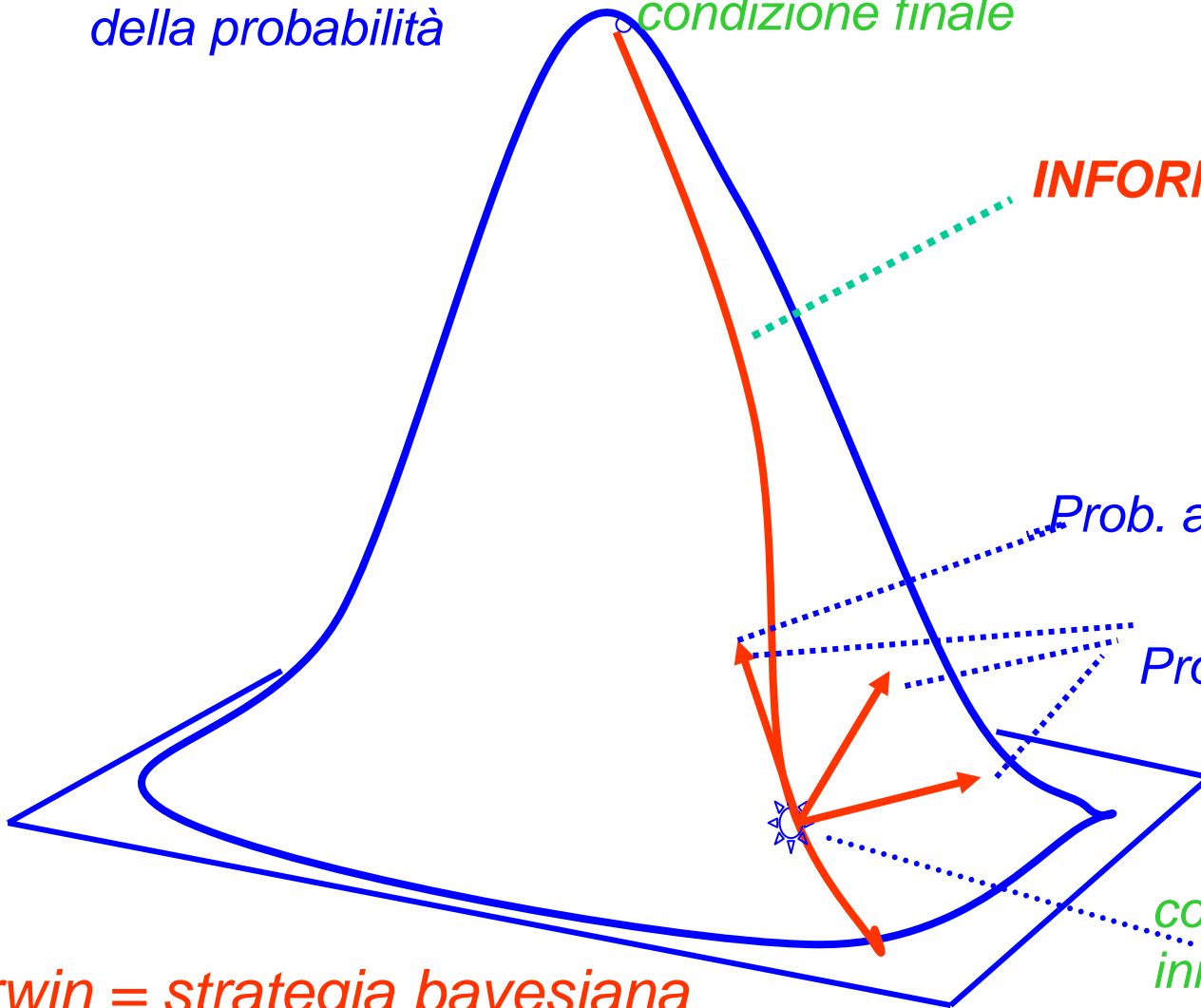
*Prob. a-posteriori*

*Prob. a-priori*

*condizione iniziale*

***Darwin = strategia bayesiana***

**[A.349,352]**



## *Inferenza di Bayes (1763)*

*1 = prob. apriori di una ipotesi fra molte*

***2 = modello: prob.che una ipotesi generi un dato***

*3 = misura del dato effettivamente apparso*

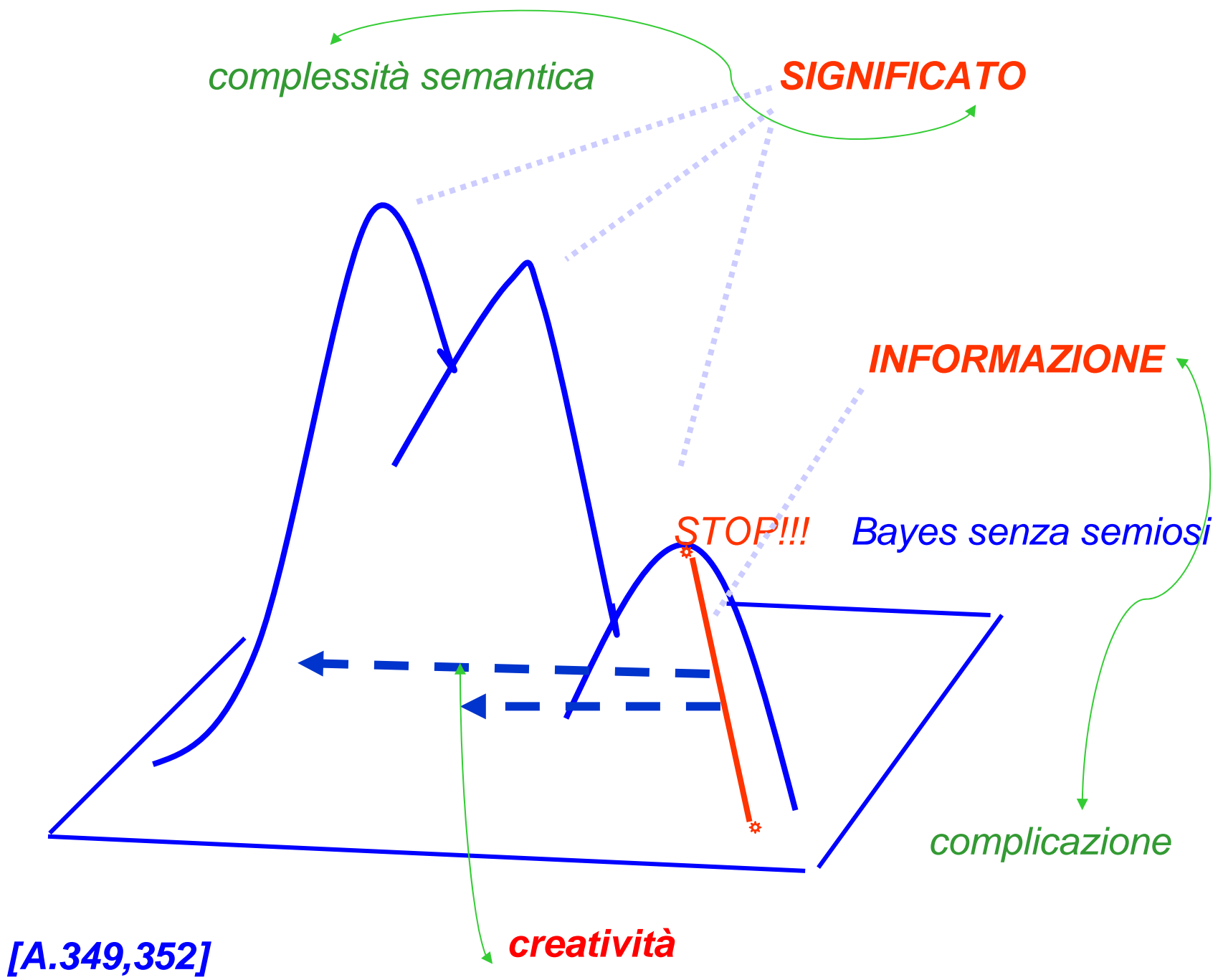
***Prob.aposteriori di ipotesi (dopo esperimento)***  
***= 1x2 / 3***

*applicazione in Darwin*

*1= mutazione*

*2= relazione geno-fenotipo*

*3= l'ambiente seleziona un mutante*



*Da complicazione a complessità: quattro esempi  
di creatività*

<i>1 - elettricità - magnetismo – ottica</i>	<i>equazioni elettromagnetismo (Maxwell)</i>
<i>2- tavola di Mendeleev</i>	<i>atomo quantistico (Bohr, Pauli)</i>
<i>3 - zoo di 100 particelle elementari</i>	<i>quarks (M Gell Mann)</i>
<i>4 - leggi di scala in transizioni di fase</i>	<i>Gruppo di ri-normalizzazione (K. Wilson)</i>



