



Consiglio Nazionale delle Ricerche



**ISTITUTO DI NEUROSCIENZE**



**Gioco d ' Azzardo Patologico - GAP**  
dalla Neurobiologia Sperimentale alla Clinica

Catania, giovedì 14 Aprile 2016

Aula Magna del corpo Aule Biblioteca A.O.U. Policlinico  
"G. Rodolico" Via S. Sofia, 78

# MODELLI NEURO-COMPUTAZIONALI PER LA PREVENZIONE DEI COMPORTAMENTI PROBLEMATICI E PATOLOGICI DEI GIOCATORI D'AZZARDO

Matteo Temporin – Università Cattolica del S.Cuore

2

## Premesse

Come la antropologia, la psicologia, le neuroscienze e la matematica spiegano la struttura della relazione tra il gioco d'azzardo e i giocatori

# La zona...

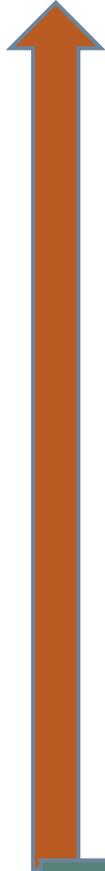
3

- L'evoluzione storica delle attività di gambling in luoghi dedicati è sotto l'occhio di tutti ed ha portato ad una larga globalizzazione dei criteri di **architettura degli interni** e dei **dispositivi di gioco**.
- Il giocatore frequente si aspetta di avere la **possibilità** di passare del tempo dimenticando il tempo: non vi sono, ad esempio, né orologi né luce naturale che permettano di associare l'attività di gioco al passare del tempo.
- La complessità di questa situazione di desiderio di **perdita di controllo del tempo** è stata analizzata, ad esempio, dalla antropologa dell'MIT Natasha Dow Schüll nel libro "Addiction by Design: Machine Gambling in Las Vegas (Princeton Univ Pr)".
- Questa tendenza del giocatore è co-evoluta con il disegno degli interni, delle luci, dei suoni della «zona» attorno al sistema di gioco, ma anche con il funzionamento dello stesso gioco d'azzardo attraverso la curva di distribuzione del montepremi e la possibilità di «diversificare» il rischio su tante scommesse contemporanee.
- In questa organizzazione a «machine zone» il giocatore può entrare in uno stato che assomiglia a quello di trance, che non viene disturbato dall'ambiente ed è mantenuto dal dispositivo di gioco.

# Gambling Location Design

4

Time on Device



Life  
Changing  
Prize

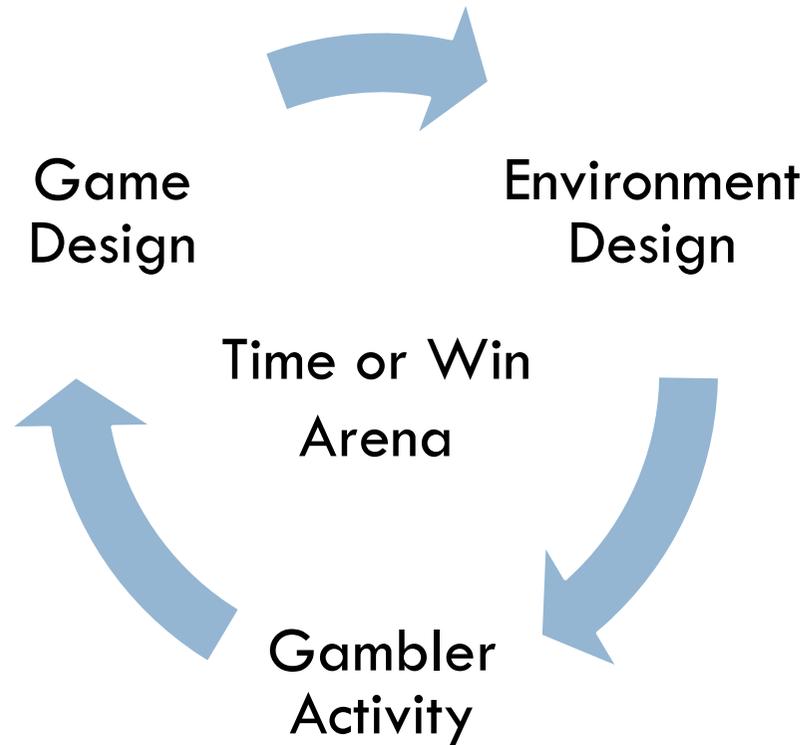
# Le cause della evoluzione

5

- Questa organizzazione non è nata solo dalla esigenza del gestore di «guadagnare», è costretto infatti ad alzare il payback per sostenerla portando il monte premi al 95-98% delle cifre scommesse.
- La causa principale è la **possibilità** di un affinamento del sistema di gioco e dell'ambiente di gioco consentita dalle **tecnologie** dei giochi elettronici per corrispondere ad una «**utilità funzionale**» del giocatore.
- Si pensi ad esempio alla distribuzione del monte premi sempre più complessa e alla possibilità di diversificare il rischio su molte linee o su molte scommesse nel caso delle scommesse sportive virtuali.
- **L'utilità funzionale** del giocatore nasce dalla possibilità, attraverso la tecnologia, di equilibrare la sua esigenza di dimenticarsi del passare del tempo con quella di poter fare una vincita significativa per la sua vita.
- Il giocatore può scegliere nei giochi questo equilibrio tra tempo e vincita.

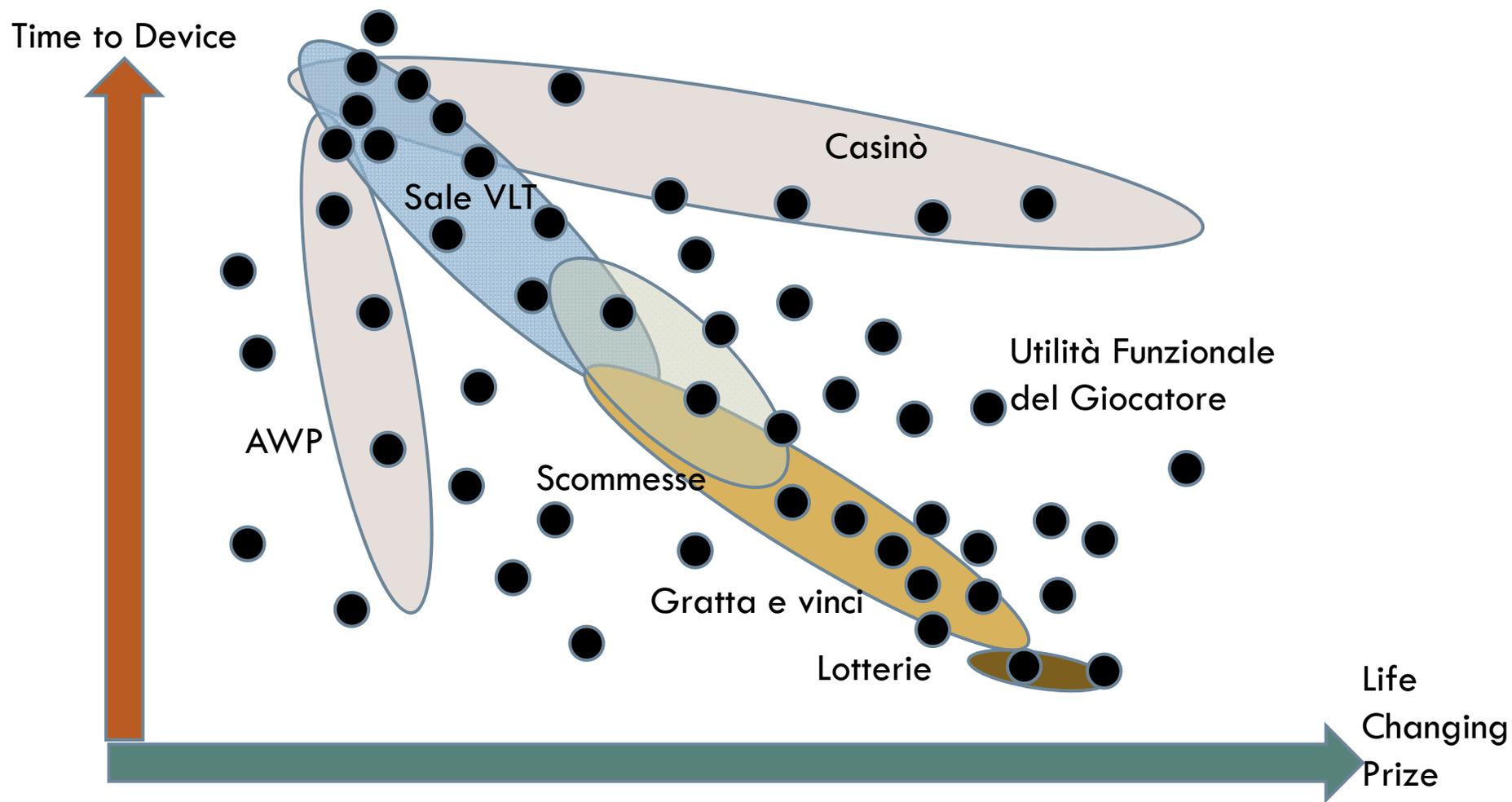
# Gambling evolution

6



# L'offerta e la domanda di gioco

7



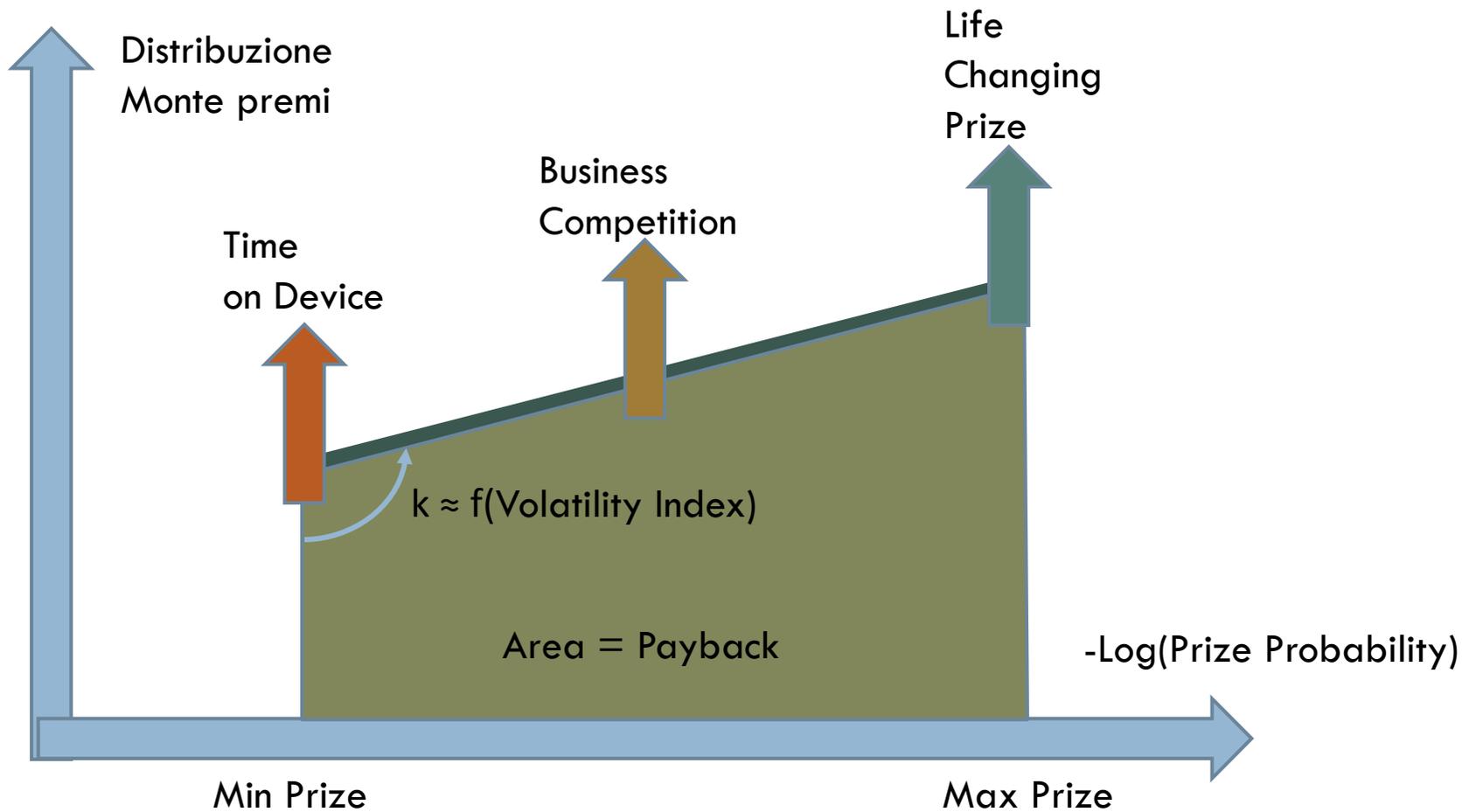
# Formulae of Chance

8

- Analizzando i dati di gioco reali si ricava una buona approssimazione analitica della distribuzione del monte premi:
- $m(p) = p_{min}v_{max} - k \ln\left(\frac{p}{p_{min}}\right) \quad su [p_{min}, p_{max}]$
- Dove  $p$  è la probabilità di una certa vincita,  $m(p)$  è la quota del monte premi associata a questa vincita, per cui la vincita sarà  $v(p) = d(p)/p$ ;  $p_{min}$  indica la probabilità della vincita massima  $v_{max}$  e  $p_{max}$  la probabilità della vincita minima  $v_{min}$ ; la pendenza di  $m(p)$  in funzione del logaritmo di  $p$  è  $k$ :
- $k = \frac{p_{min}v_{max} - p_{max}v_{min}}{\ln(p_{max}) - \ln(p_{min})}$
- La distribuzione del monte premi dipende quindi solo dalle probabilità e dalle vincite minime e massime. Cambiando questi quattro parametri si crea la adesione ad una logica «time on device» o «life changing prize» e ad un certo payback  $M_l$ , che coincide con l'integrale del monte premi tra  $\ln(p_{min})$  e  $\ln(p_{max})$
- $M_l = \frac{(p_{min}v_{max} + p_{max}v_{min})(\ln(p_{max}) - \ln(p_{min}))}{2}$

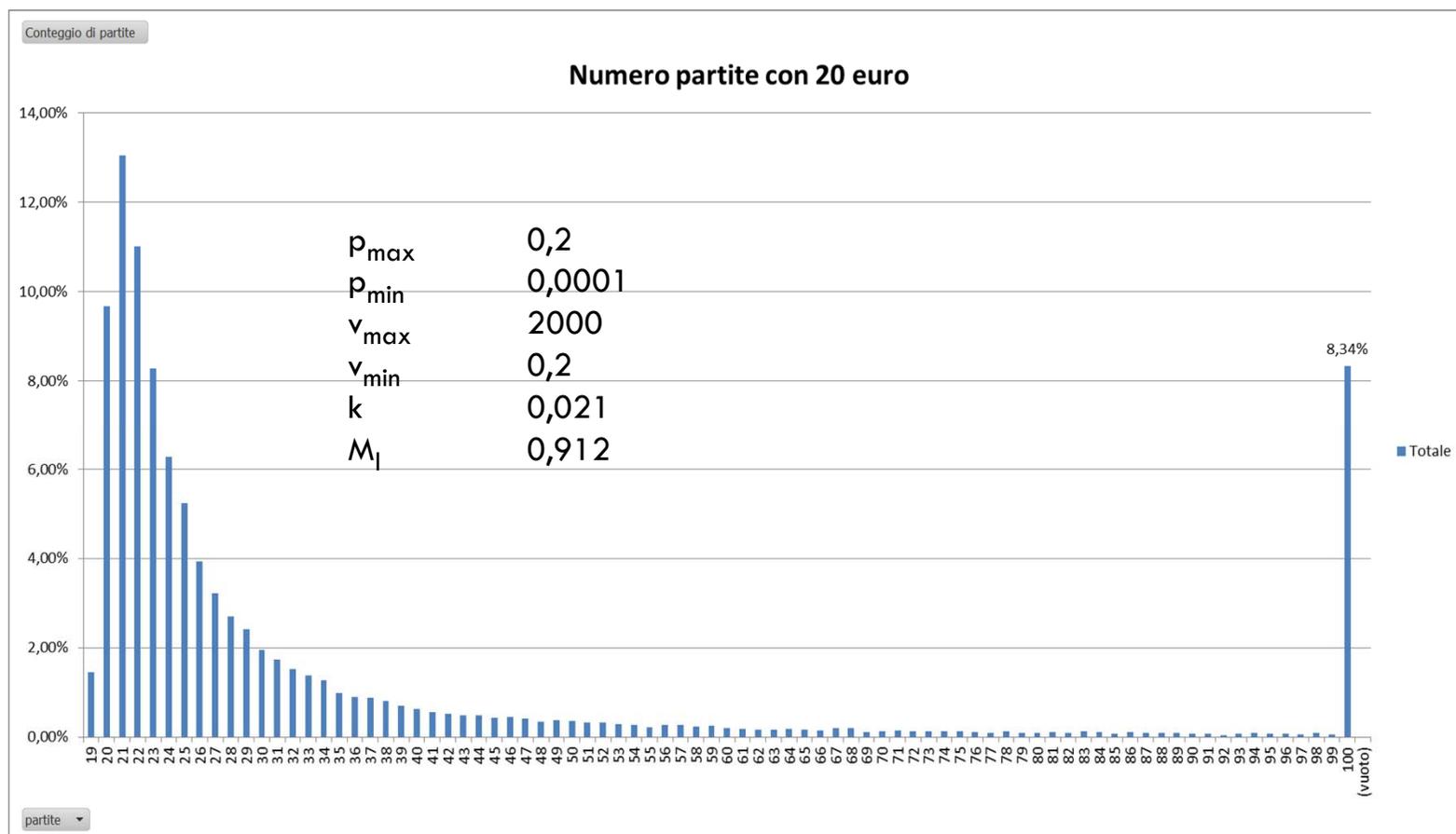
# Game design

9



# Un esempio sulle VLT

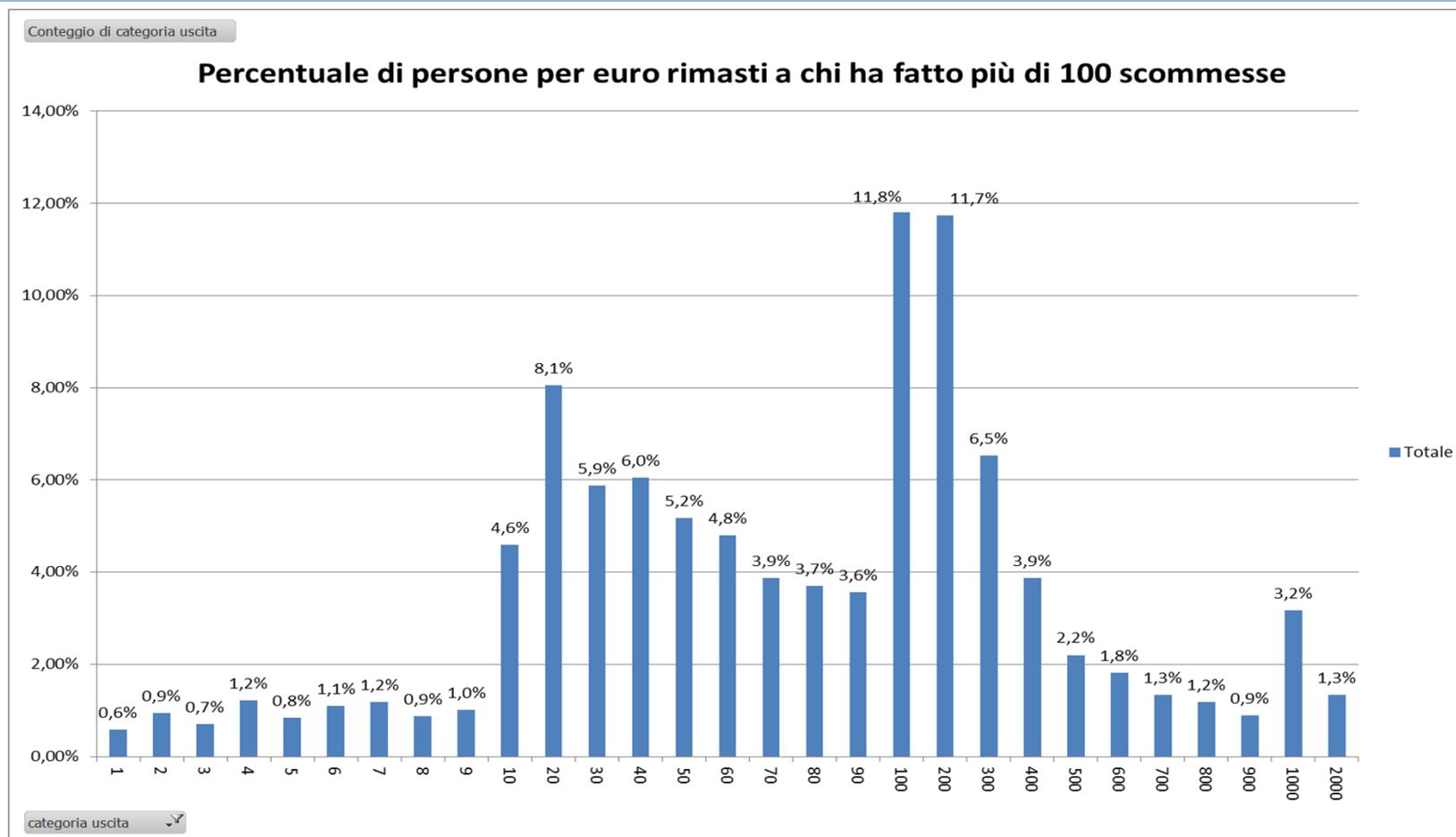
10



Simulazione su 50 mila sessioni di gioco di max 100 giocate da 1 euro

# Denaro rimasto (in media 200 euro)

11



# Le conseguenze sulla esperienza di gioco

12

- Il motore matematico del gioco è studiato per produrre una serie di **esperienze** di gioco diverse, ma tra loro (matematicamente e quindi in modo molto forte) coerenti
- Il giocatore percepisce la matematica sottostante attraverso la **coerenza** di queste esperienze e sceglie il tipo di gioco in funzione della propria personale utilità funzionale del gioco (time or win)
- Le neuroscienze hanno dimostrato che questa «**percezione**» avviene anche per piccole variazioni dei parametri; del resto il cervello umano ha funzioni molto sofisticate della percezione della probabilità di eventi, anche molto rari, e anche se non sa rappresentarla come fanno i matematici, la percepisce sotto forma di segnali di squilibrio dei propri controlli omeodinamici (quelle che chiamiamo «emozioni»)
- Anche nelle scommesse sportive (specialmente quelle virtuali) la distribuzione del monte premi approssima molto bene la curva «time or win» e il cervello del giocatore ne prevede le esperienze possibili scegliendo la configurazione che rispecchia la sua utilità funzionale

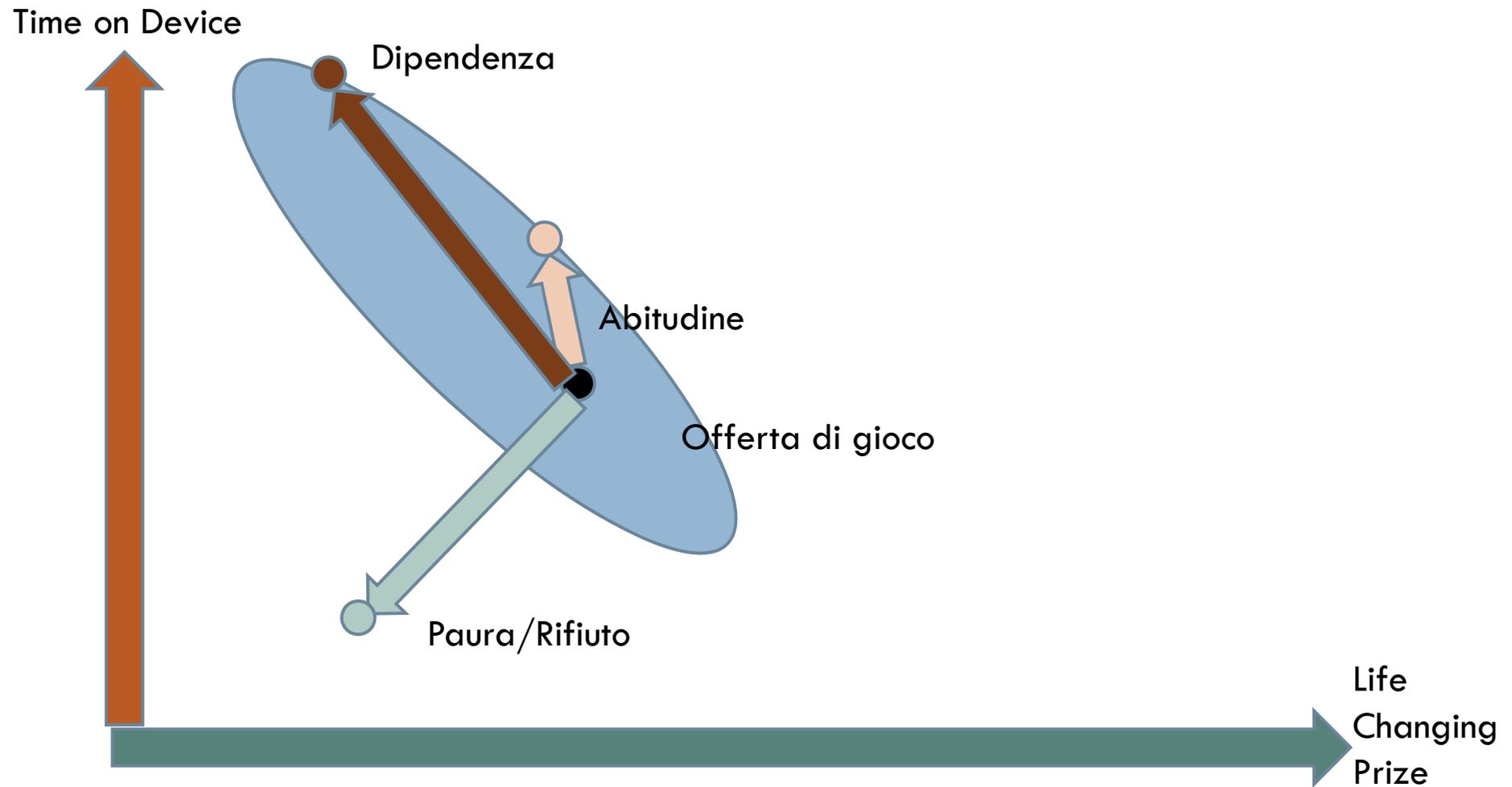
# Le conseguenze psicologiche

13

- A seconda della sua situazione psicologica, economica o relazionale il giocatore può trovare nell'offerta di gioco una utilità funzionale **personalizzata**. Il problema del **gioco d'azzardo patologico** nasce quando questo equilibrio iniziale non viene più governato e l'utilità funzionale del gioco d'azzardo diventa una **esigenza esistenziale** come bere o mangiare.
- Non è ben chiaro come questo processo di **sbilanciamento** si attui nei sistemi decisionali del cervello. In Italia il gruppo NeuroGAP del CNR sta divulgando ad attori sanitari ed operatori da circa un anno i risultati neuro scientifici raggiunti a livello mondiale (<http://www.in.cnr.it/index.php/it/news/eventi/2-non-categorizzato/268-slides-gap>).
- Essi chiamano essenzialmente in causa i sistemi cerebrali di valutazione dei rischi nelle decisioni che subiscono alterazioni sul medio e lungo periodo (ad es. perdita di sensibilità alle perdite nella zona del cervello chiamata insula), diverse da individuo a individuo, ma che sono sempre associate alla creazione di **abitudini** che si trasformano in esigenze esistenziali. Provocando gli effetti di una **dipendenza** come quella da sostanze. (Blaszczynski, A., and Nower, L. (2002). A pathways model of problem and pathological gambling. *Addiction* 97, 487–499.)

# Il riposizionamento del giocatore

14



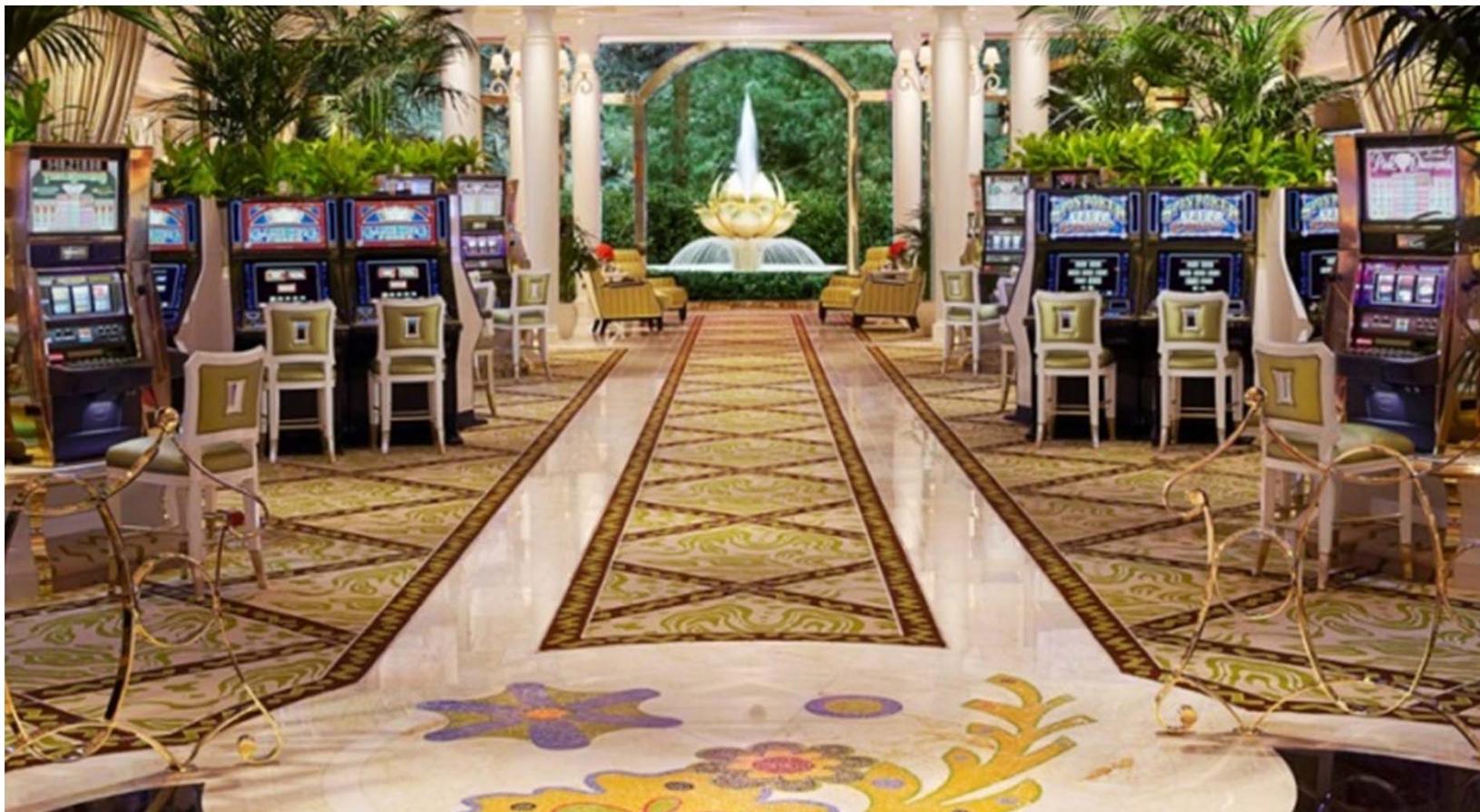
# Il paradosso

15

- Quindi l'attuale configurazione dell'industria del gioco d'azzardo nasce dallo sviluppo tecnologico come risposta ad una utilità funzionale del giocatore (il suo controllo personale sull'equilibrio tempo/vincita)
- Proprio a causa di questa funzionalità rispetto alle esigenze del giocatore il gioco d'azzardo in sala **può** diventare, e quindi viene visto come, più **pericoloso** di altri tipi di gioco d'azzardo, proprio per i gradi di libertà in più concessi al giocatore.
- Cioè la causa **paradossale** della ghettizzazione delle sale giochi rispetto ad altri luoghi di gioco come le tabaccherie è la percezione della maggiore libertà del giocatore nella relazione col gioco.
- Ancor più paradossalmente vengono percepiti socialmente come meno pericolosi i giochi in cui il monte premi rappresenta il 60% delle cifre scommesse, come il lotto, le lotterie istantanee e i gratta e vinci, consentendo guadagni maggiori a tutta la filiera.
- La dipendenza da gioco d'azzardo nasce ovviamente anche in questi tipi di gioco se essi corrispondono ad un equilibrio iniziale tempo/vincita del giocatore che può essere perso nel tempo.

# Le soluzioni?...

16



High Limit Slots Wynn Las Vegas (design Roger Thomas)

Si noti la finestratura di fondo: l'apertura alla luce naturale che funge da orologio

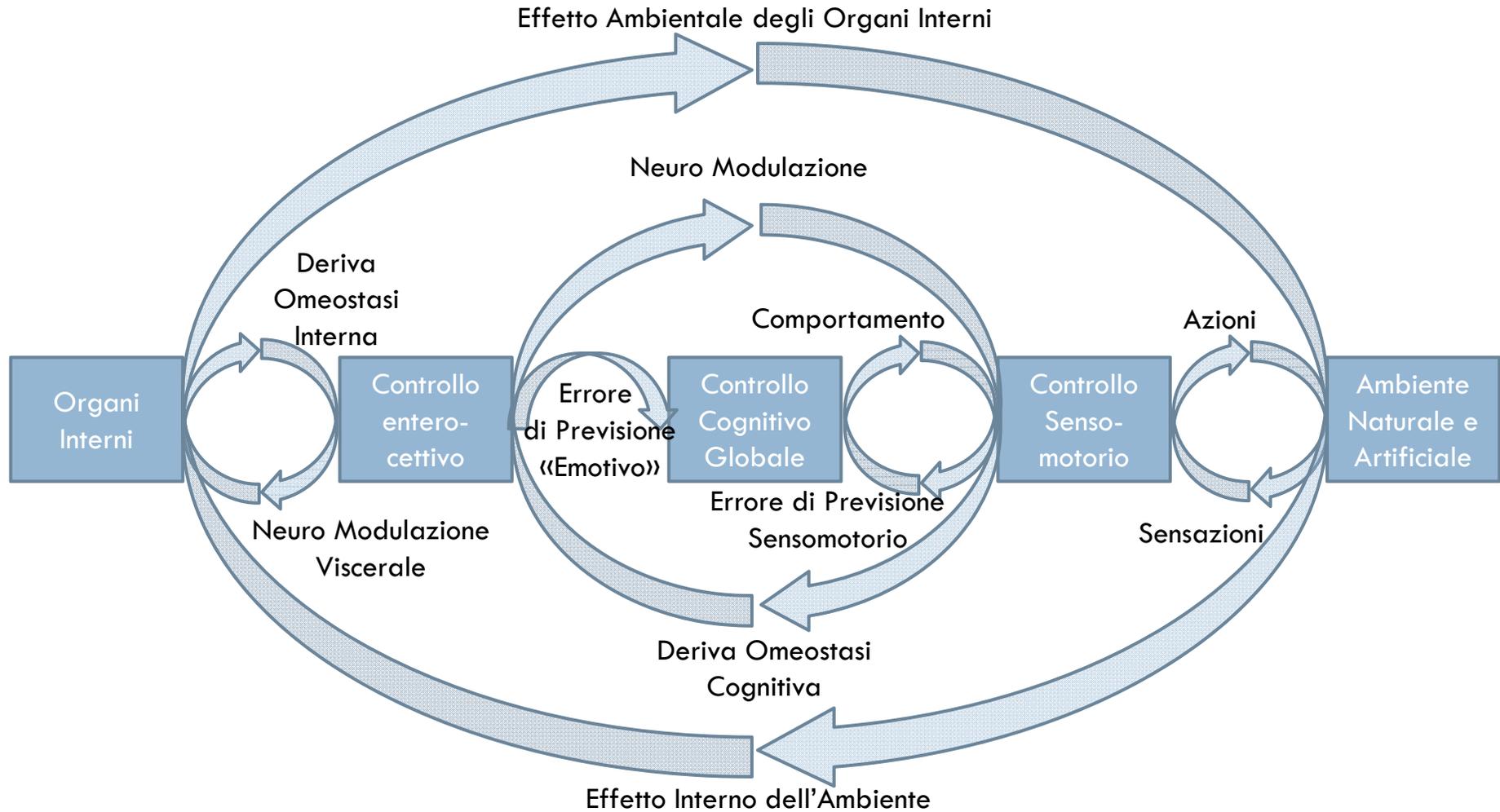
17

## Il modello neurocomputazionale

Dato che non possiamo controllare le emozioni  
devono essere le emozioni a controllarsi tra di  
loro

# Il modello neurocomputazionale

18



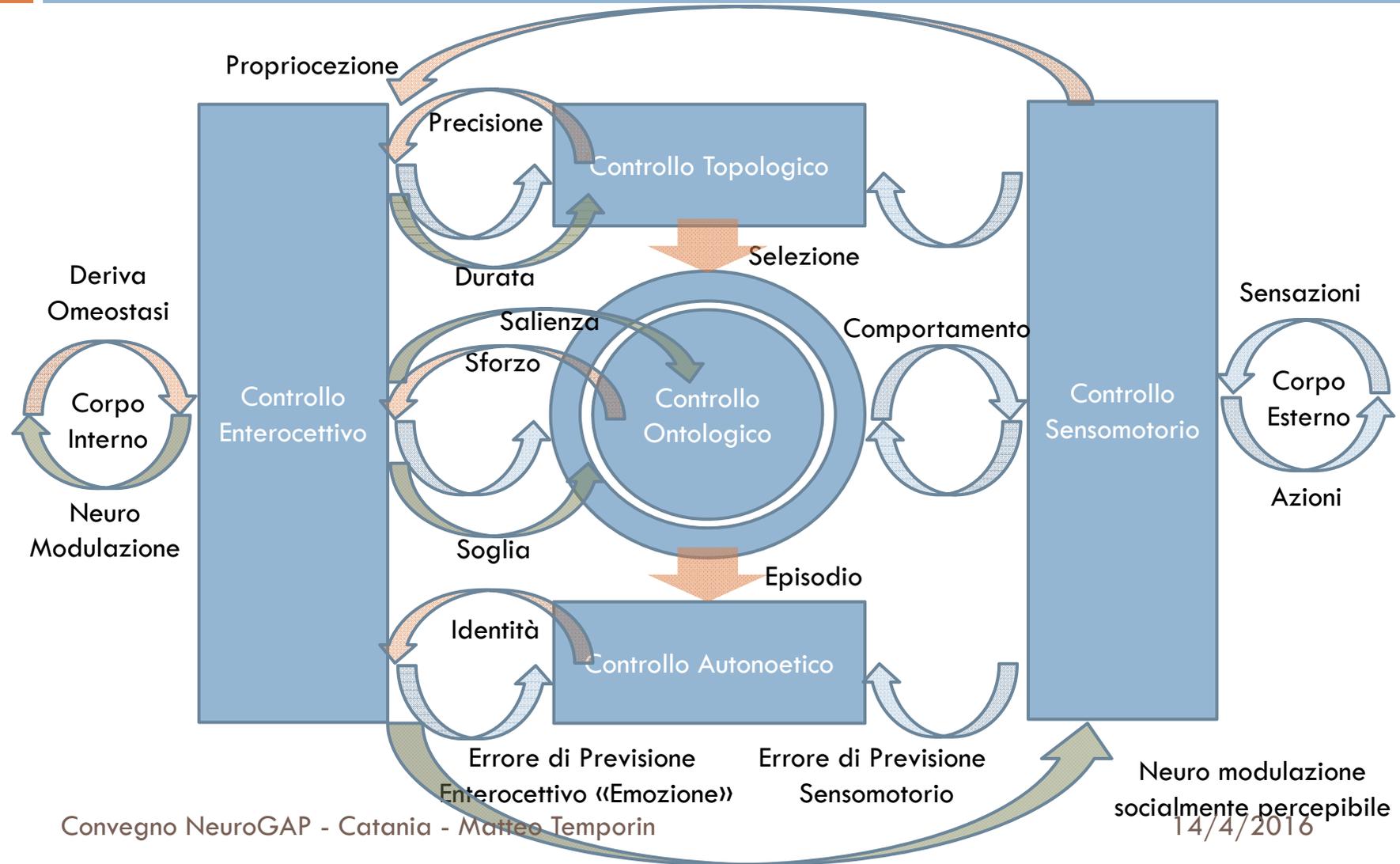
## 1.2 Sintesi del modello neurocomputazionale

19

- I segnali da e verso l'esterno e l'interno del corpo sono gestiti da una serie di cortecce del cervello che chiamiamo rispettivamente **cortecce sensomotorie ed emotive**. Il loro scopo è apprendere i legami tra gli **input** che ricevono ora e quelli che hanno ricevuto in passato. Gli **output** che producono servono esclusivamente a migliorare questa previsione.
- Di fronte ad un **errore nella previsione** delle cortecce sensomotorie ed emotive, si attiva la corteccia prefrontale (**controllo ontologico**) attraverso il passaggio nel talamo di input e output da e verso le cortecce sensomotorie e **dalle** cortecce emotive. Il controllo del talamo è affidato ai gangli di base (**controllo topologico**). Gli errori di previsione, nella loro dinamica, vengono mandati per intero ai gangli di base e alla memoria episodica.
- La **imprecisione** dai gangli di base (la somma nel tempo dell'errore di previsione degli errori di previsione), **l'affaticamento** della corteccia prefrontale (la somma nel tempo dell'errore di previsione della corteccia prefrontale) e la **non-identità** (la somma delle distanze degli episodi recenti rispetto a quelli precedenti memorizzati nella memoria episodica), sono tre segnali interni, cioè enterocettivi, di tipo cognitivo.
- I segnali enterocettivi di qualsiasi tipo vanno alle cortecce emotive che producono indirettamente segnali di regolazione interna del corpo. I segnali di regolazione dei segnali enterocettivi cognitivi sono **neuromodulatori cognitivi**, come la **dopamina**, che regolano la **soglia** di attivazione del passaggio talamico a seguito dei segnali dai gangli di base, la sua **durata** e il dettaglio temporale (**salienza**) con cui avviene.
- Se nonostante questo tentativo di riequilibrio rimangono **errori di previsione dell'andamento dei segnali enterocettivi**, che chiamiamo nel loro insieme **emozioni**, cioè squilibri nei circuiti omeodinamici interni al corpo, le cortecce emotive mandano questi errori di previsione ai gangli di base, alla memoria episodica e, se il controllo talamico lo permette, alla corteccia prefrontale.

# Controllo Cognitivo Globale

20



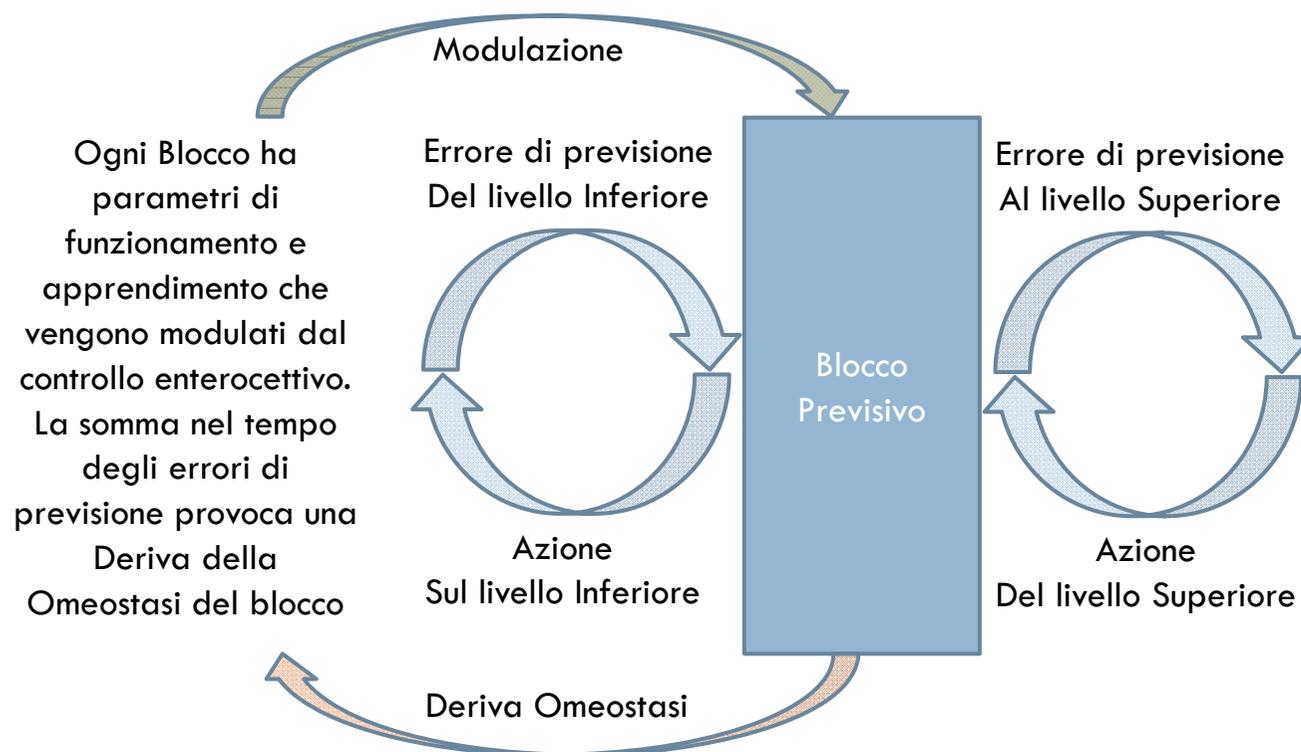
# Il cervello come sistema previsivo

21

- Montague, P.R., Dolan, R.J., Friston, K.J., and Dayan, P. (2012). Computational psychiatry. *Trends in Cognitive Sciences* 16, 72–80.
- Hohwy, J. (2014). *The Predictive Mind* (Oxford, United Kingdom ; New York, NY, United States of America: Oxford University Press).
- Gli errori di previsione e la loro gerarchia per ridurre l'energia libera del corpo nella relazione sono il cuore del modello di Karl Friston. Tutto è governato dagli errori di previsione degli errori di previsione (precisione).
- Possiamo arrivare ad una previsione delle cause enterocettive del comportamento altrui. Il controllo ontologico permette una astrazione del comportamento.
- Pezzulo, G., Rigoli, F., and Friston, K. (2015). Active Inference, homeostatic regulation and adaptive behavioural control. *Progress in Neurobiology*.
- Ondobaka, S., Kilner, J., and Friston, K. (2015). The role of interoceptive inference in theory of mind. *Brain and Cognition*.

# Singolo blocco funzionale

22



I segnali neurali che vengono elaborati da ogni blocco hanno una scala temporale diversa dai segnali enterocettivi che il blocco genera o riceve. Ogni parte del cervello viene vista dal controllo enterocettivo come un organo di cui governare la omeostasi. Viceversa la omeostasi di un blocco influenza quella degli altri nel controllo enterocettivo (Insula?)

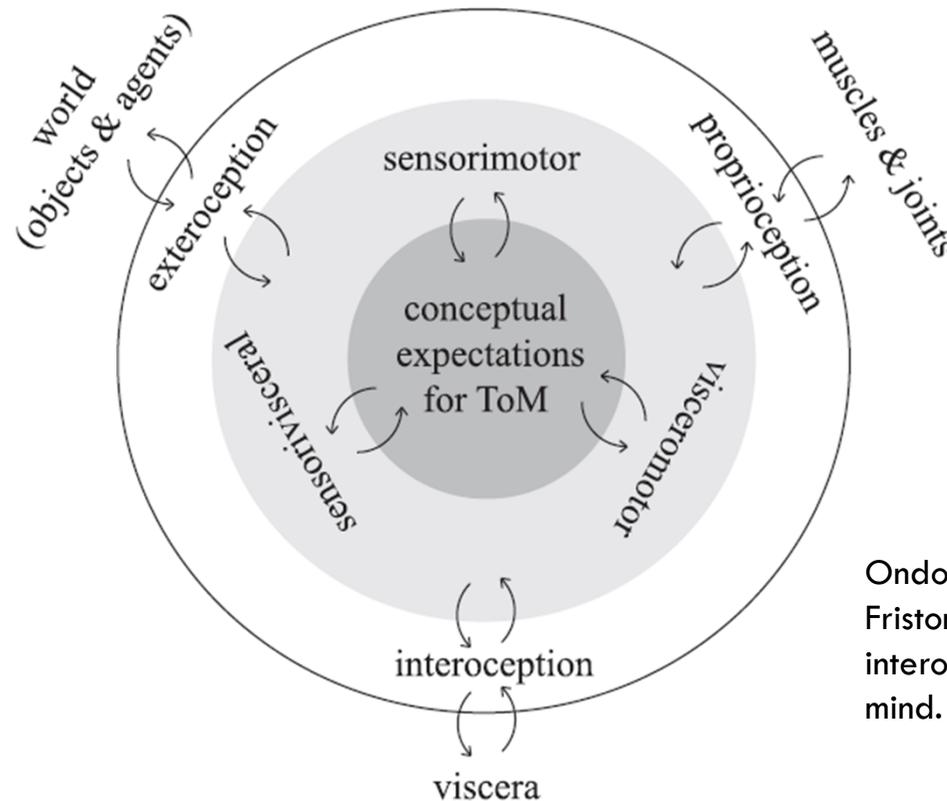
**L'Errore di previsione** è la differenza tra l'input attuale e gli input attesi sulla base della dinamica degli input precedenti

**L'Azione** di un livello sull'altro viene vista come un ulteriore input del blocco.

Nel modello di Friston è invece una modulazione del guadagno della rete.

# La relazione con gli altri: una Teoria della Mente

23



Ondobaka, S., Kilner, J., and Friston, K. (2015). The role of interoceptive inference in theory of mind. *Brain and Cognition*

**Fig. 1.** Schematic representation of a hierarchical predictive neural model for ToM that includes interoception, exteroception and proprioception. White-to-dark grey colour scale represents the neural hierarchy, in which conceptual expectations (dark grey) that include interoception sit high (deep) in the hierarchy. Arrows indicate hierarchical message passing in forward and backward directions carrying prediction error and expectation/prediction, respectively.

# Alcune differenze con Karl Friston

24

- **Una chiusura «emotiva» della gerarchia:** precisione del modello in atto, sforzo nel realizzarlo, sua distanza da episodi precedenti passano ad una corteccia emotiva in cui questi segnali enterocettivi cognitivi si integrano agli altri segnali enterocettivi
- La loro previsione da parte del controllo enterocettivo migliora modulando i parametri della attività cognitiva generale: soglia di sensibilità ai segnali, durata del modello in atto, dettaglio (saliienza) dei segnali
- Se il modello di previsione dei segnali enterocettivi cognitivi (strategia di coping) compie comunque degli errori di previsione questi diventano oggetto di elaborazione cognitiva portando all'apprendimento di nuovi modelli
- La strategia di coping è indipendente dal problema cognitivo in atto e trova meccanismi di segnalazione e condivisione corporea generali che sono alla base di una teoria della mente. La neuro modulazione cognitiva e sensomotoria è percepibile e questa percepibilità negli esseri umani è la base di una Teoria della Mente.
- La **selezione** operata dal controllo topologico è equivalente alla model selection dei sistemi di apprendimento artificiali, non necessariamente Bayesiani.

25

## Il modello della attività di gioco

Un modello della utilità funzionale delle esperienze

# Le basi

26

- Non possiamo agire sulle emozioni così come agiamo sul mondo, le emozioni sono segnali di squilibrio dei circuiti omeodinamici interni sui quali il nostro cervello non può agire direttamente (vedi il modello neurocomputazionale)
- Però possiamo agire sul mondo per mutare gli equilibri omeodinamici che possono provocare emozioni, come quando beviamo per diminuire la sete
- Apprendiamo queste azioni, spinti dalla ricerca di comportamenti che riducano gli squilibri enterocettivi che percepiamo coscientemente come emozioni
- Possiamo controllare il mondo agendo su di esso cioè selezionando una parte di esso in un comportamento
- Il mondo da intrinsecamente parallelo diventa sequenziale nella rappresentazione cosciente della nostra azione
- Le emozioni agiscono invece sempre in modo parallelo
- La loro gestione è quindi sempre un problema di **ottimi di Pareto**: quei punti in cui non possiamo aumentare l'equilibrio di una senza diminuire gli equilibri delle altre

# Le reti e la razionalità

27

- La logica, quindi la dimostrazione e i programmi, come azione meccanica sul mondo ci permette di ragionare, di essere razionali, di cercare utilità funzionali, ma non di risolvere in maniera esaustiva tutti gli equilibri
- La rete degli equilibri interni si confronta con quella degli equilibri esterni condivisa con le azioni di tutti noi
- Nelle reti complesse abbiamo alcuni risultati interessanti sulla controllabilità: Liu, Y.-Y., and **Barabási**, A.-L. (2015). Control Principles of Complex Networks. arXiv:1508.05384
- La controllabilità presuppone la conoscenza della completa topologia della rete e delle sue componenti? Sembrerebbe di no, cioè la teoria dei sistemi dinamici ci consente di poter affermare che anche la esperienza di controllo può sostituirsi alla completa conoscenza della rete.

# Il confronto con le emozioni

28

- Un contesto esperienziale prevede una capacità di controllo degli equilibri che a volte non sappiamo gestire (nel gioco ad esempio l'equilibrio del tempo o del denaro). Quindi ne cerchiamo altri, neghiamo l'esistenza dei contesti nei quali è difficile una esperienza di controllo
- **L'utilità funzionale** di un tipo di esperienza è la dimostrazione della sua capacità di gestire le emozioni, gli equilibri omeodinamici sottostanti ad esse
- Purtroppo le droghe e il gioco d'azzardo sono contesti esperienziali che forniscono illusioni di utilità funzionali, illusioni di controllo, o meglio controlli non sostenibili economicamente, psicologicamente e nelle relazioni sociali.
- “addictive patterns of behavior may be conceptualized as deliberate, problem-solving, forms of self-management or self-treatment” dice **Durand Jacobs** in “Dissociation: A stress-related flight from reality into a rewarding altered state of consciousness”, (2006) Current Issues Related to Dissociation, 38-58.
- Una ricorsione infinita nasce quando il problema è il gioco stesso

# Il ruolo del modello neurocomputazionale

29

- Non si possono modificare con una azione diretta gli errori di previsione enterocettivi se non intervenendo con il corpo all'esterno del corpo
- È necessario una capacità di model selection appresa solo attraverso un modello di interazione collettivo
- **La dissociazione temporanea provocata dalla selezione del modello di gioco è normale e fragile, per questo si cerca una zona per renderla più stabile. E questa è una opportunità di prevenzione molto forte perché basta indebolire ulteriormente la forza della selezione del modello (aumentare la sua relazione con l'ambiente)**
- I sistemi di prevenzione possono esser basati su segnali semplici, ma cognitivamente complessi (essere il frutto di una relazione con il proprio gioco difficili da introdurre negli adolescenti)
- La reazione a questi segnali può essere, però, facilmente misurata
- Il feedback di questa reazione può essere gestito come un modello neurocomputazionale artificiale

Si può simulare il livello enterocettivo «cognitivo» del giocatore

14/4/2016

# Rappresentazione o esecuzione

30

- Il modello neurocomputazionale è interattivo perché viene addestrato a emozioni cognitive specifiche associate ad una determinata azione
- Cioè equilibri omeostatici di precisione, stanchezza ed identità di una particolare esperienza.
- La contemporaneità di queste emozioni con quelle vissute sui segnali enterocettivi mi crea una supervisione emotiva ineliminabile di tutto che modifica gli equilibri omeostatici generali.
- Cioè noi agiamo sugli equilibri amodinamici non con una azione coordinata dal controllo topologico dei gangli di base o del talamo (comportamento), ma attraverso le emozioni cognitive che associamo ad un certo comportamento e alle sue cause emotive
- La molteplicità degli effetti di ogni squilibrio omeodinamico viene analizzata come precisione dei risultati (con che certezza diminuisco la sete bevendo), lo sforzo cognitivo (la complessità dell'azione che compio per bere) e la identità che riconosco in questa azione come fenomeno (sete e azione di bere) già vissuto o già vissuto da altri

# In pratica

31

- Il sistema comprende le emozioni cognitive del giocatore durante il gioco e non prima o dopo
- Si coordina con esse allargandole ad emozioni individuali e sociali presenti nel giocatore o nella comunità dei giocatori
- Rende il giocatore ancora più consapevole della molteplicità di effetti della sua azione (pleiotropia)
- Riduce la imprecisione, la stanchezza e lo straniamento del giocatore nel gioco facendogli percepire il gioco come «esterno al se stesso»
- La sua azione deve essere «decidere di giocare o non giocare» e non semplicemente «agire» nel gioco
- La differenza tra le due azioni è percepibile oggettivamente dal comportamento così come una persona percepisce lo straniamento di un'altra
- Il coordinamento con questa evoluzione è premiante perché rende prevedibile la propria azione (gioco il tempo che ho deciso) e perché questo risultato è socialmente condiviso