

Com aplicar la neurociència als processos educatius

Un nou paradigma de l'aprenentatge?

David Bueno i Torrens

Departament de Genètica, Facultat de Biologia, UB
*Opinion Group for Integrated Neurosciences on Psychopathology
and Human Conflicts (OGIN)*



Fundació Catalana per a la
Recerca i la Innovació

9 d'abril de 2014



Universitat de Barcelona

EL CERVELLER DEL METRO

« S'embruten cervells
per evitar dogmatismes »



Com aplicar la neurociència als processos educatius

Un nou paradigma de l'aprenentatge?

David Bueno i Torrens

Departament de Genètica, Facultat de Biologia, UB
*Opinion Group for Integrated Neurosciences on Psychopathology
and Human Conflicts (OGIN)*

criatures.ara.cat/elcerbell



9 d'abril de 2014



Unes consideracions prèvies *trenquem els mites*



Programa (Informe) PISA

- estudi internacional comparatiu que mesura el grau de preparació per afrontar els reptes de la vida adulta

PISA – THE OECD PROGRAMME FOR INTERNATIONAL STUDENT ASSESSMENT



Programa (Informe) PISA

- estudi internacional comparatiu que mesura el grau de preparació per afrontar els reptes de la vida adulta

Diferències culturals

Què és un repte?

La diferència entre Corea del Sud i Catalunya

Per què ha de servir l'educació?

La intel·ligència

DIEC:

- Acció d'entendre alguna cosa amb la pensa.
- Capacitat major o menor de comprendre, d'aprendre, de resoldre situacions noves.
- Facultat de conèixer.

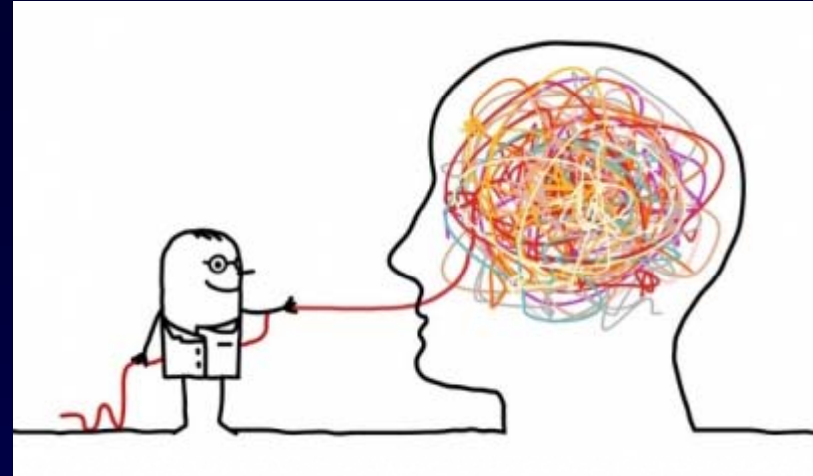


Els tests d'intel·ligència només pronostiquen el 25% de la variació en el rendiment escolar



Heretabilitat de l'IQ

- 70-80% en adults
- 45% en nens



Gens implicats (neurotransmissors)

HMGA2 (factor de transcripció)

ADRB2 (receptor adrenèrgic)

BDNF (factor neurotròfic)

CCKAR (receptor hormonal)

CHRNA7 (receptor acetilcolina)

COMT (enzim que degrada la dopamina, adrenalina i noradrenalina)

DBH (enzim implicat en la síntesi de dopamina i noradrenalina)

DRD2 (receptor de dopamina)

DRD3 (receptor de dopamina)

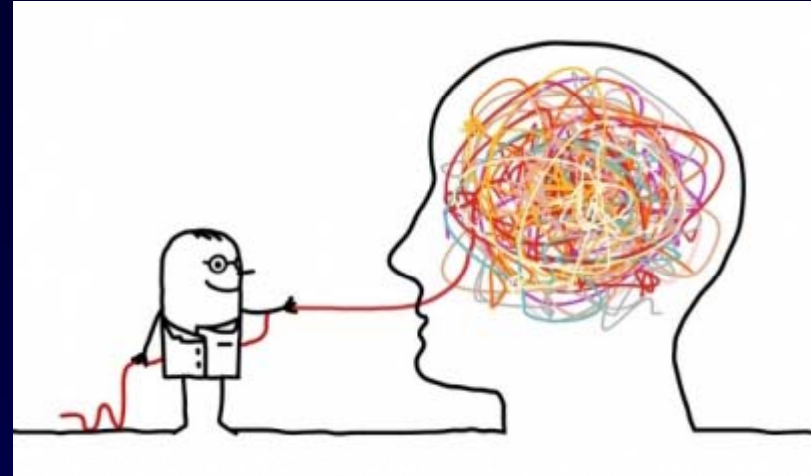
HTR2A (receptor de serotonina)

MAOA (enzim que degrada serotonina i noradrenalina)

PPP1R1B (transducció de senyal de la dopamina)

SLC6A4 (transportador de serotonina)

SNAP25 (proteïna associada a sinapsis)



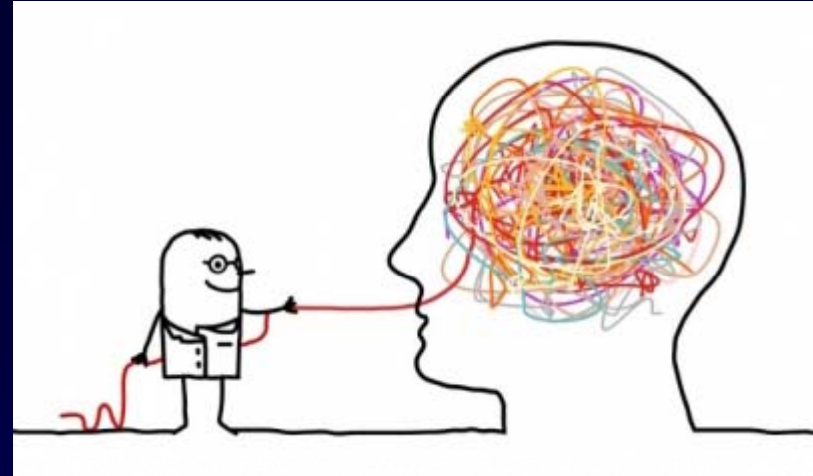
Gens implicats

Malalties neurològiques = 14 gens

Desenvolupament del cervell = 5 gens

Metabolisme del cervell = 8 gens

Interaccions amb el medi ambient = 14 gens



**Cap d'ells contribueix, en solitari,
a més de l'1% del total de l'IQ**

CREATIVITAT

habilitat per qüestionar assumpcions, trencar límits intel·lectuals, reconèixer patrons ocults, observar l'entorn de manera crítica i analítica i establir relacions noves entre elements no vinculats.

CRUCIAL PER A LA
SUPERVIVÈNCIA DE
LA NOSTRA ESPÈCIE

BASE BIOLÒGICA
(GENÈTICA Y NEURAL)

Xarxes neurals

Gens concrets

- DRD2 – creativitat verbal
- TPH1 – creativitat numèrica i figurativa
- AVPR1 – creativitat musical
- neuroregulina-1 y transportador de serotonina – creativitat global

Ha estat afavorida per
la selecció natural

Què, quan, com hem d'ensenyar?

Què, quan, com hem d'aprendre?

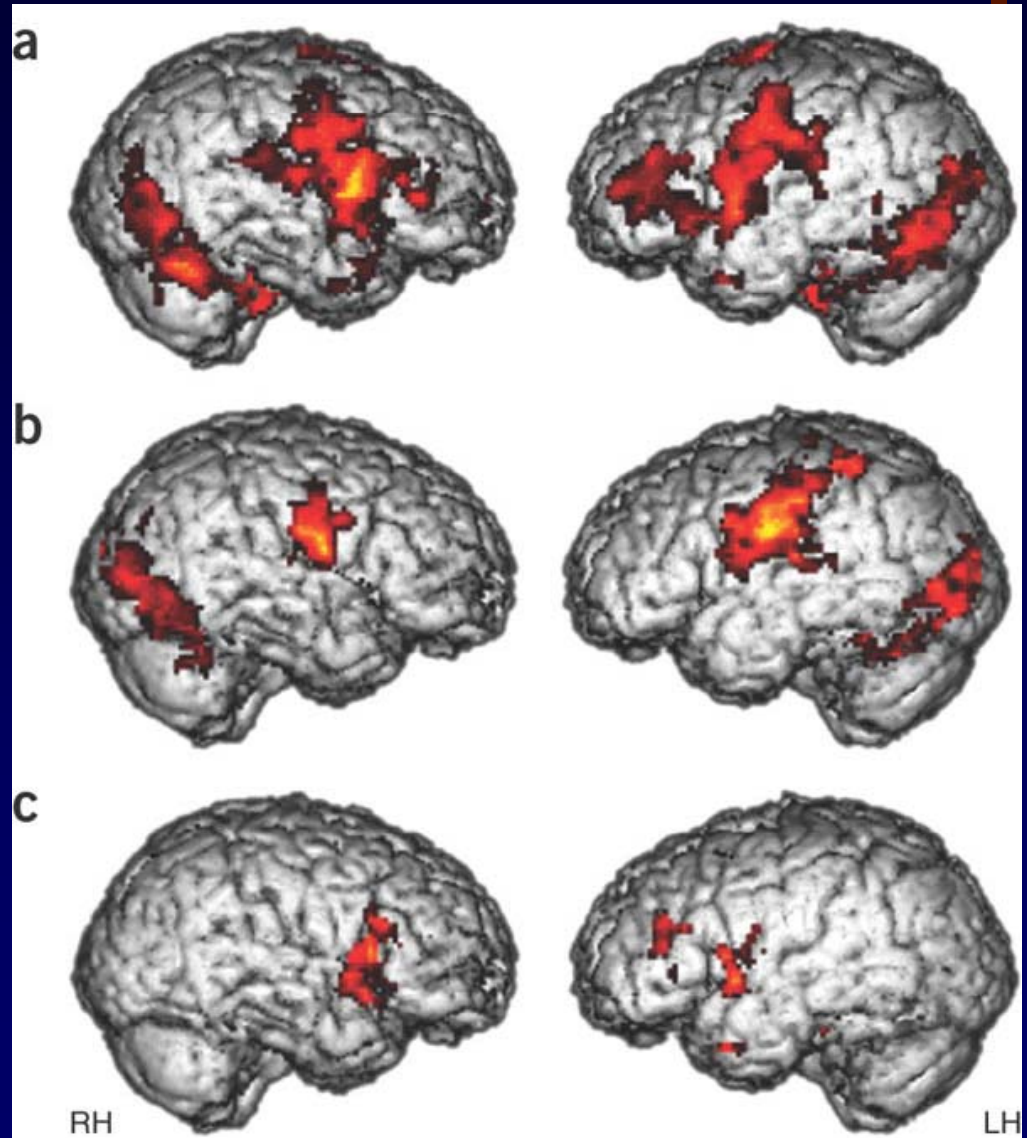
Ment: conjunt de facultats
intel·lectuals i funcions
psíquiques d'una persona

Cervell: suport físicobiològic
de la ment

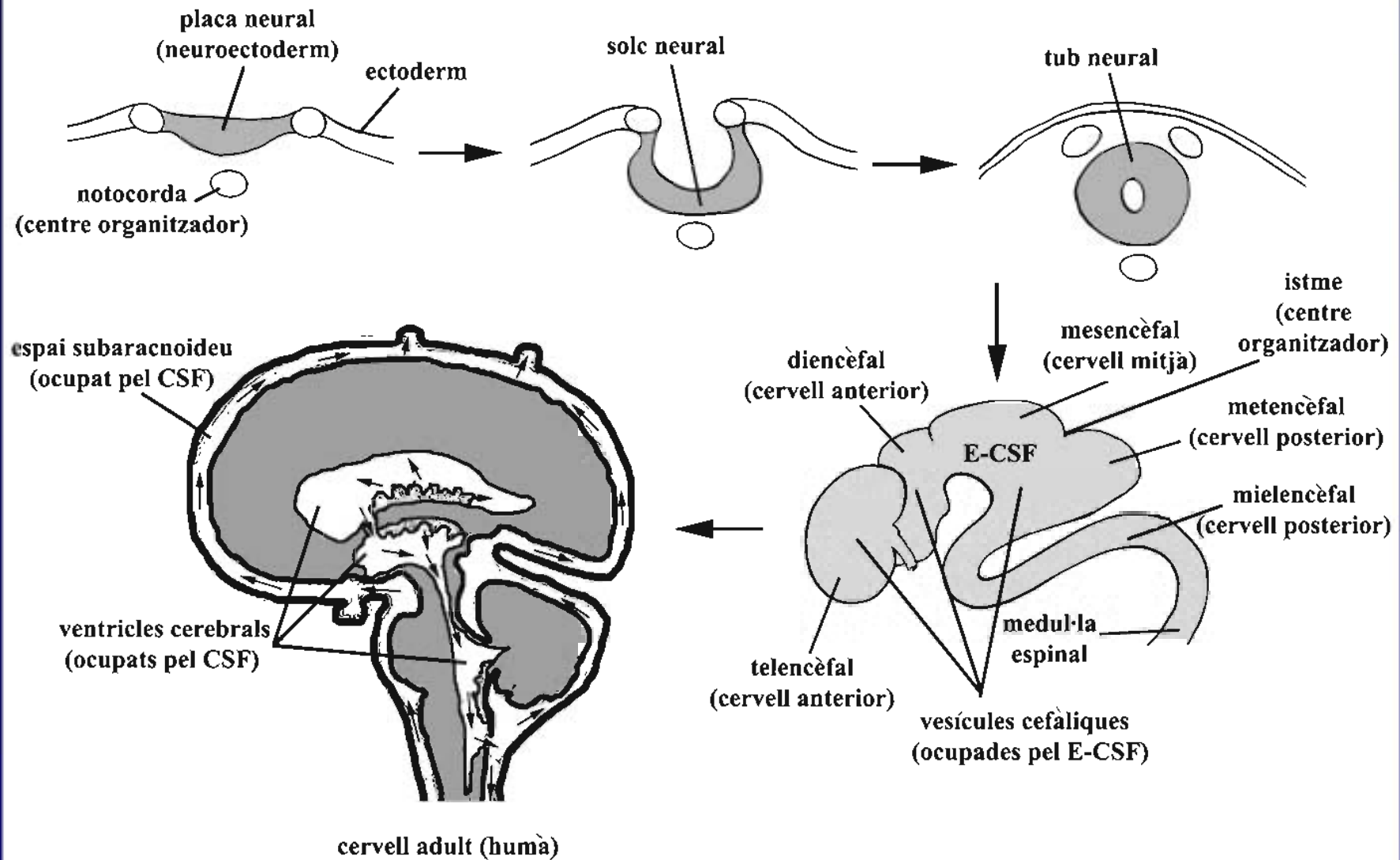
EL CERVELL



Aprenentatge i cervell



La formació del cervell



Desenvolupament neural

- **0 - 3 anys**

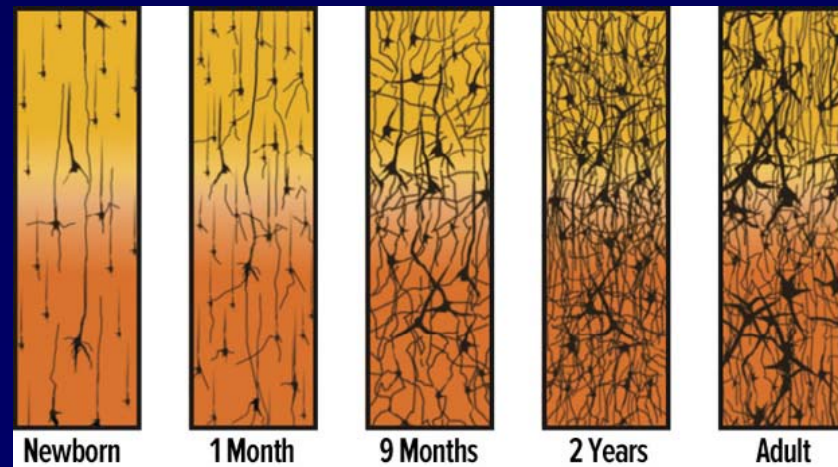
desenvolupament de les connexions (sinapsis) entre àrees corticals properes
absorció indiscriminada d'informació permet integrar el medi ambient

- **4 - 11 anys**

desenvolupament de les connexions (sinapsis) entre àrees corticals i subcorticals
etapa de major influència sobre les destreses acadèmiques

- **Adolescència**

desenvolupament de les connexions (sinapsis) entre àrees molt distants del cervell
desenvolupament de les àrees motivacionals de premi i recompensa
maduració del còrtex prefrontal (raonament, lògica, atenció, control emocional, ...)



EL PUNT AVUI
DIMARTS, 21 D'AGOST DEL 2012

Punt de Vista 15

HI HA UN SIGNIFICATIU INCREMENT DE LA IMPULSIVITAT

David Bueno i Torrens

Professor i investigador de genètica de la UB i divulgador de la ciència

Límits en l'adolescència

L'adolescència és una etapa crucial en la vida de les persones, en què s'acaba d'establir la personalitat individual. És un procés complex, a vegades turbulent, amb profundes arrels biològiques, culturals i socials, que es nodreix

rament durant l'adolescència, la qual cosa justifica l'increment d'impulsivitat. I s'ha demostrat que existeixen diferències interpersonals pel que fa al seu funcionament que justifiquen que hi hagi adolescents, i també adults, molt més impulsius que altres. En

vem els nostres propis límits, la qual cosa forja la personalitat de l'adult, i per provar els límits cal assumir riscos. En aquest sentit, la impulsivitat va lligada al fet d'assumir riscos. És a dir, que aquest increment d'impulsivitat, sempre que es mantingui dins uns

EL PUNT AVUI
DIMARTS, 25 DE SETEMBRE DEL 2012

Punt de Vista 21

L'AUDÀCIA DE L'ADOLESCENT TÉ UNA BASE CIENTÍFICA

David Bueno i Torrens

Professor i investigador de genètica de la UB i divulgador de la ciència

Conductes arriscades

Els riscs forma part de la nostra vida. Qualsevol decisió que prenguem, i també el fet de no voler decidir, comporta sempre un risc associat. "Quina línia d'actuació

identificades amb tècniques de neuroimatge. Examinem-los de manera separada a partir d'un article publicat a finals d'agost a *Nature neuroscience*.

Pel que fa a l'aprenentatge, està relacionat amb el sistema neuronal dopaminèrgic, implicat també en la cerca de recompenses. Presenta una activitat molt superior en els adolescents, la qual

- ▶ **Desregulació zones de control emocional**
- ▶ **Desig de trencar els límits establerts (relacionat a la creativitat)**
- ▶ **Canvis hormonals / descoberta de la sexualitat**
- ▶ **Més importància del vessant emocional que del racional**

<http://www.ub.edu/geneticaclassess/davidbueno/>

**L'ESTRÈS TAMBÉ
AFECTA ELS NENS I
ELS ADOLESCENTS**

David Bueno i
Torrens



Professor i investigador
de genètica de la UB i
divulgador de la ciència

Estrès infantil

Fa dies, l'Institut d'Estadística de Catalunya va fer públic el resultat de l'*Enquesta a la joventut de Catalunya 2012*. Entre totes les dades que hi consten, n'hi ha una que em va cridar l'atenció, possiblement perquè acabava de llegir un parell d'articles científics sobre el tema: un 4,1% dels joves entre 15 i 19

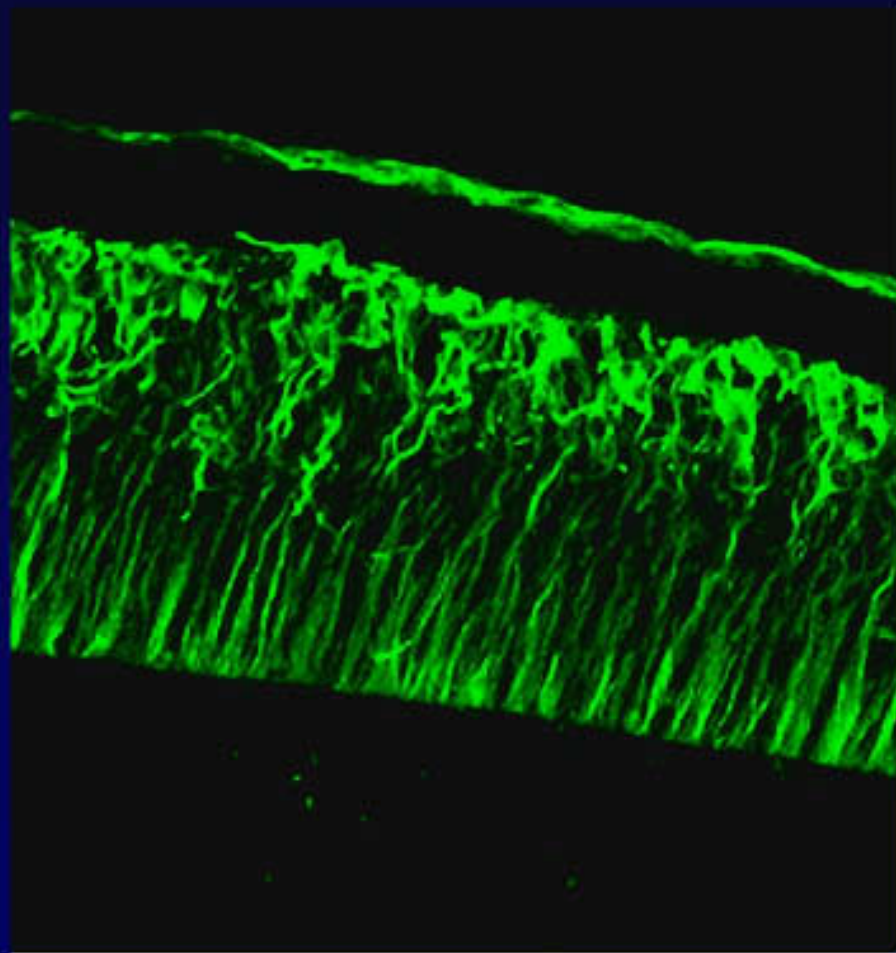
que fa de vincle entre el sistema nerviós i la producció hormonal; l'hipocamp, que organitza la memòria, i l'escorça prefrontal, que regula els processos cognitius, com ara l'atenció, la planificació i la resolució de problemes. En principi la capacitat d'estressar-nos és beneficiosa, perquè ens permet reaccionar davant una situació

adolescents i joves entre 9 i 24 anys sotmesos a estrès crònic agut, derivat de situacions de pobresa familiar o de viure en orfenats. I també ho han analitzat en ratolins als quals, experimentalment, se'ls ha induït estrès crònic per manca de cura paternal. En tots els casos s'han observat alteracions permanents en les connexions neu-

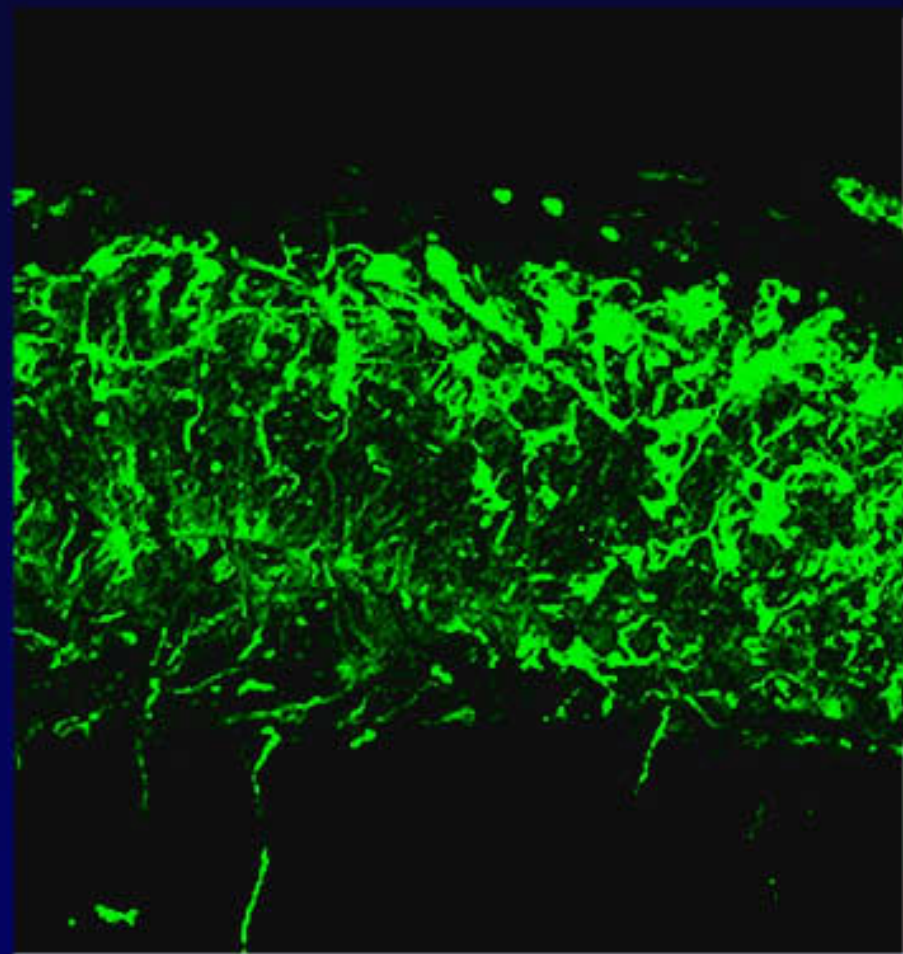
- ▶ Altera les connexions neuronals.
- ▶ Si és crònic, pot arribar a ser permanent

Plasticitat neural



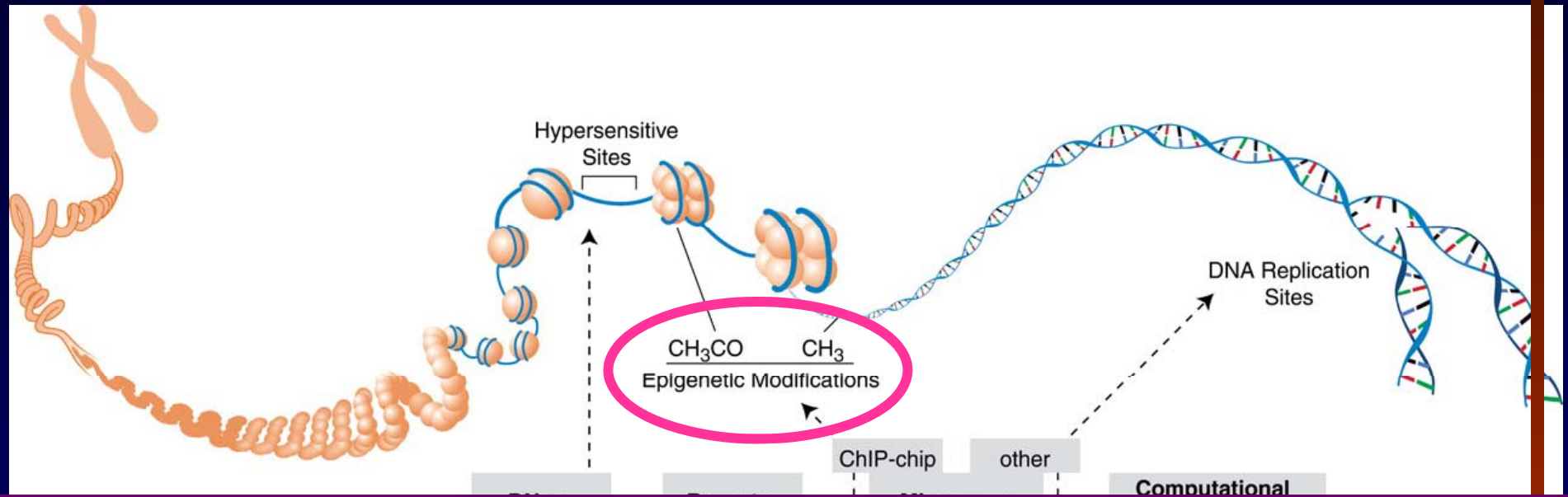


Condicions normals



**Condicions alterades
(estrès matern)**

Canvis epigenètics



Global Epigenomic Reconfiguration During Mammalian Brain Development

Ryan Lister,* Eran A. Mukamel, Joseph R. Nery, Mark Urich, Clare A. Puddifoot, Nicholas D. Johnson, Jacinta Lucero, Yun Huang, Andrew J. Dwork, Matthew D. Schultz, Miao Yu, Julian Tonti-Filippini, Holger Heyn, Shijun Hu, Joseph C. Wu, Anjana Rao, Manel Esteller, Chuan He, Fatemeh G. Haghighi, Terrence J. Sejnowski, M. Margarita Behrens,* Joseph R. Ecker*

READ THE FULL ARTICLE ONLINE

<http://dx.doi.org/10.1126/science.1237905>



Cite this article as R. Lister *et al.*,
Science 341, 1237905 (2013).
DOI: 10.1126/science.1237905

FIGURES IN THE FULL ARTICLE

Fig. 1. Methylcytosine in mammalian frontal cortex is developmentally dynamic

Canvis epigenètics

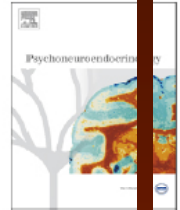
Psychoneuroendocrinology (2007) 32, 437–450



Available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Homepage: www.elsevier.com/locate/psychoneu



**nature
neuroscience**

Resilience to social stress
coincides with functional DNA
methylation of the *Crf* gene in
adult mice

Evan El
Alon Ch

ARTICLES

NATURE

maternal separation
maternal aggression
link to hypothalamic vasopressin
oreactivity

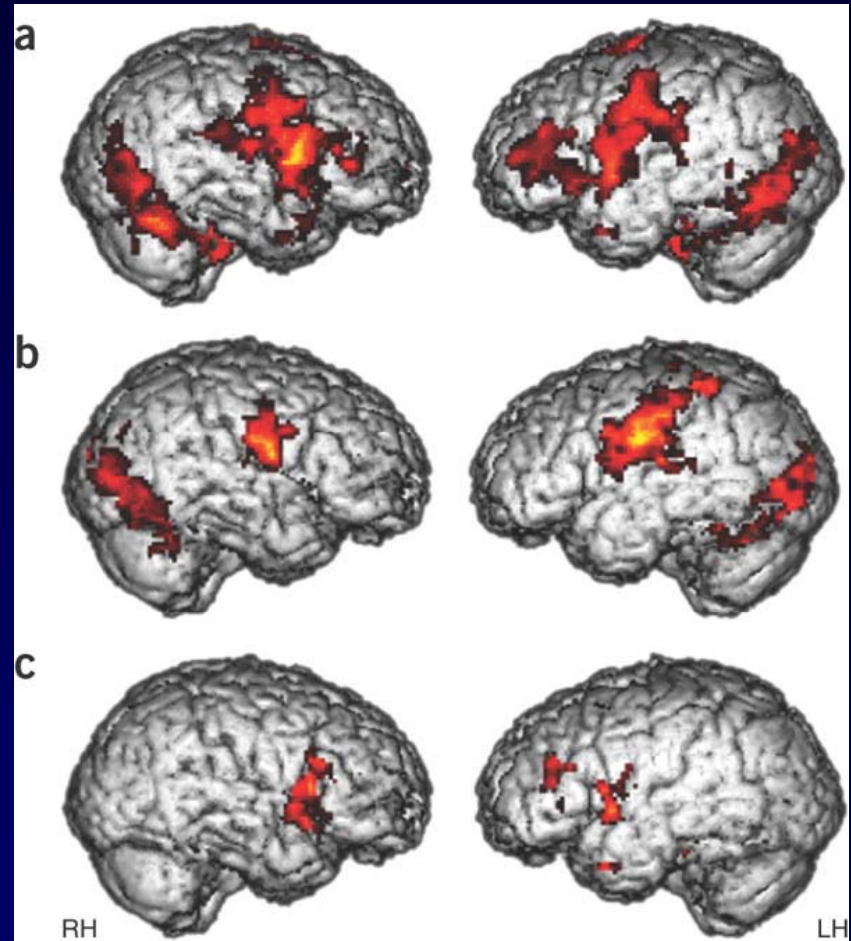
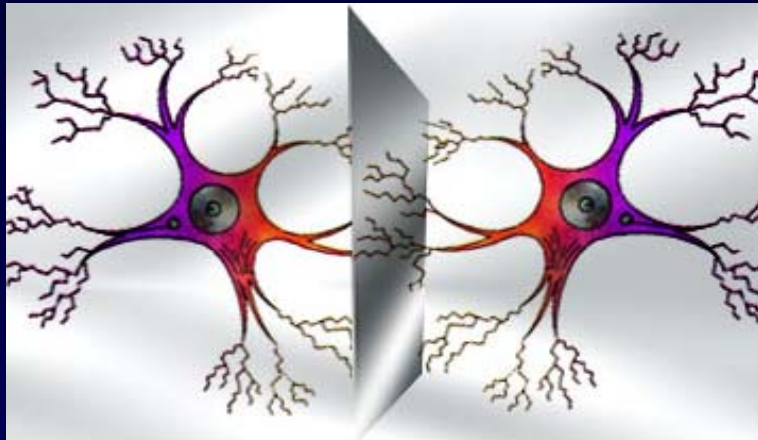
Bredewold, Inga D. Neumann

**nature
neuroscience**

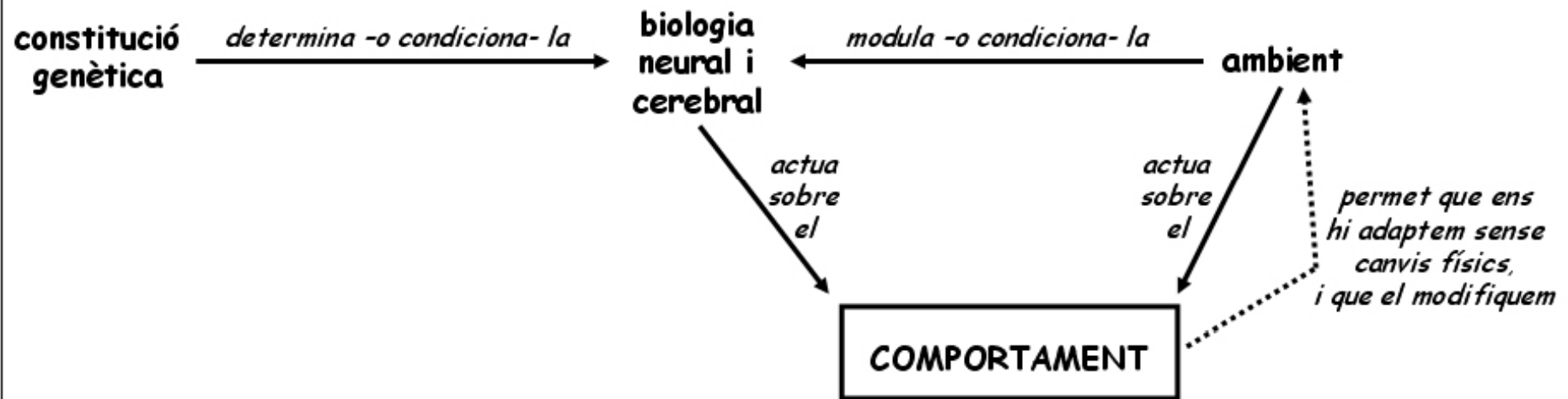
Epigenetic regulation of the glucocorticoid receptor in human brain associates with childhood abuse

Patrick O McGowan^{1,2}, Aya Sasaki^{1,2}, Ana C D'Alessio³, Sergiy Dymov³, Benoit Labonté^{1,4}, Moshe Szyf^{2,3},
Gustavo Turecki^{1,4} & Michael J Meaney^{1,2,5}

Neurones mirall



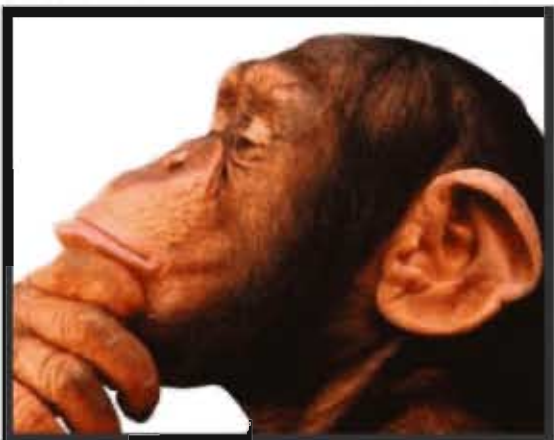
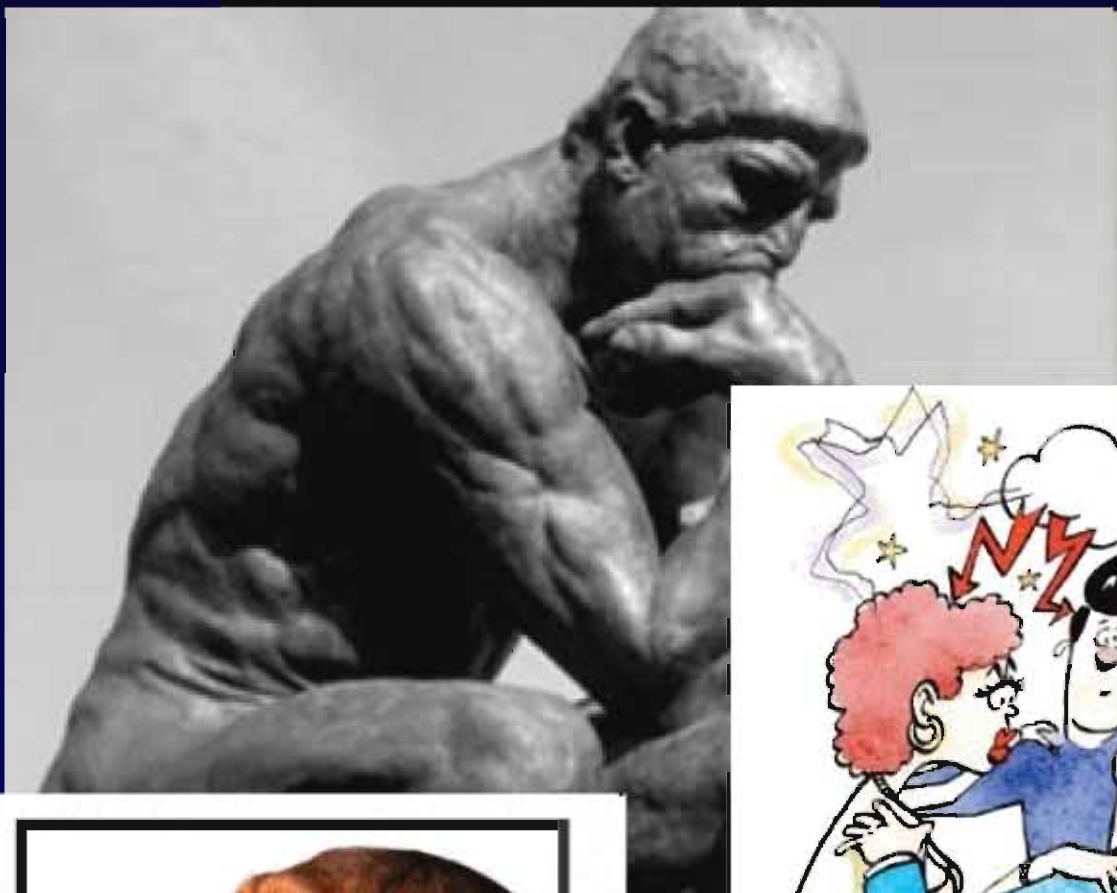
El cervell: un òrgan en constant remodelació



I va canviant amb l'edat, de forma "preprogramada":

P. ex. Circuits neurals implicats en la percepció, imaginació, pensament abstracte, judici i presa de decisions es "desregulen" en l'adolescència, la qual cosa provoca un increment d'impulsivitat que els condueix a intentar trencar els límits establerts





www.bioloski.si



Kresba Dušan Blažek

LA MENT





Raonament i emoció

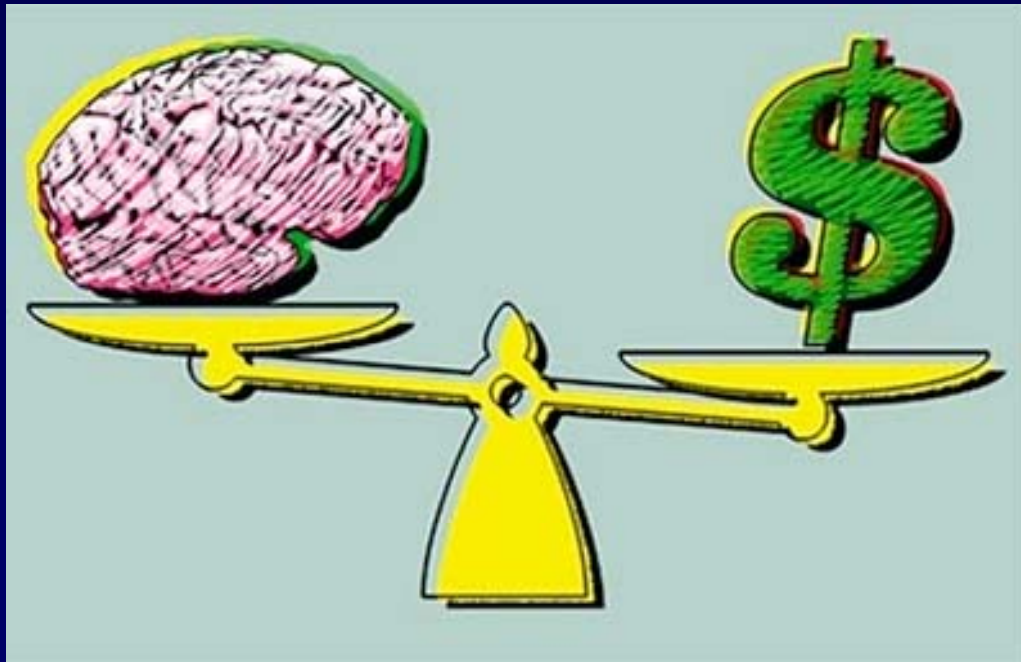
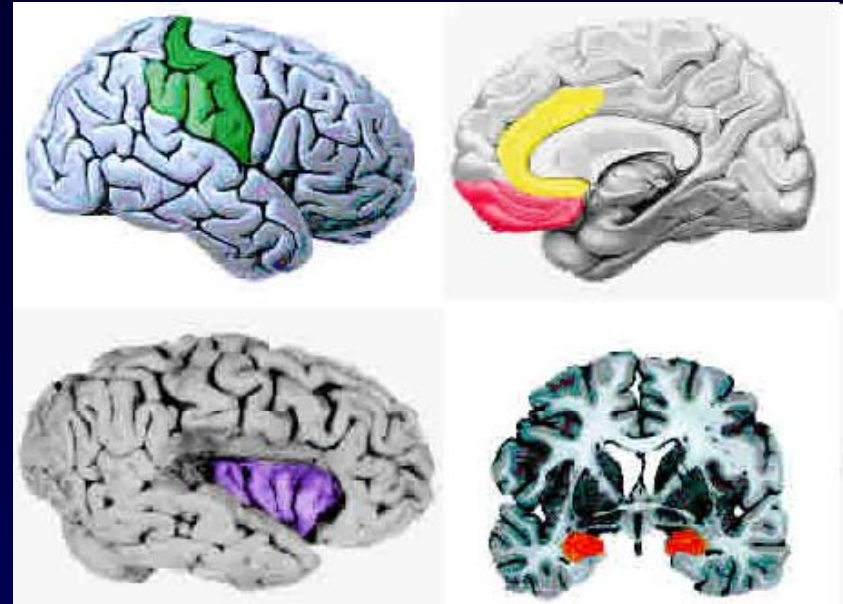


RACIONAL

EMOTIU

La presa de decisions
és emocional

Què decidim aprendre
i quan



- Guanyys
- Demora en l'obtenció de guanyys

Els circuits neurals
implicats maduren
progressivament

Plaer, creativitat i aprenentatge



Creativitat i ciència

DAVID BUENO I TORRENS
MARIA TRICAS I GIMÉNEZ

ESCOLA CATALANA núm. 435 DESEMBRE 2006

llapis
pantalons
goma d'esborrar
camisa
full
sabata

Felicitats !!!!!

llapis
goma d'esborrar
full

camisa
sabata
pantalons

Plaer, creativitat i aprenentatge



Creativitat i ciència

DAVID BUENO I TORRENS
MARIA TRICAS I GIMÉNEZ

ESCOLA CATALANA núm. 435 DESEMBRE 2006

llapis
pantalons
goma d'esborrar
camisa
full
sabata

NO !!!!!

llapis
sabata
goma d'esborrar

camisa
pantalons
full

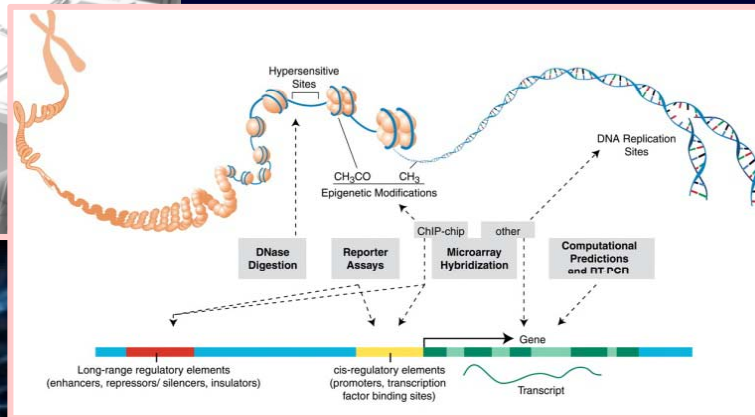
Plaer, creativitat i aprenentatge



Cre

DAVID
MARIA TRICAS I GIMENEZ

ESCOLA CATALANA núm. 435 DESEMBRE 2006



esborrar

sabata

A sí? Oostres,
per què no ens ho expliques?

llapis
sabata
goma d'esborrar

camisa
pantalons
full

Raonament i emoció

El mètode científic



Contents lists available at ScienceDirect

Cognition

journal homepage: www.elsevier.com/locate/COGNIT



Children's imitation of causal action sequences is influenced by statistical and pedagogical evidence

Daphna Buchsbaum^{a,*}, Alison Gopnik^a, Thomas L. Griffiths^a, Patrick Shafto^b

^a Department of Psychology, University of California, Berkeley, United States
^b Department of Psychology, University of Louisville, United States

No hem de «rentar» el cervell, sinó «embrutar-lo»

Cal evitar desaprendre'l !!!!!!!!!!!
(UNA MICA)



Aprentatge

L'aprenentatge per reforçament és un procés adaptatiu en què un animal utilitza la seva experiència prèvia per millorar les respostes en futures decisions



Patrons d'activació neural

Hibridació d'aprenentatges

L'aprenentatge es realitza sobre l'experiència prèvia

Neural Basis of Reinforcement Learning and Decision Making

Daeyeol Lee,^{1,2} Hyojung Seo,¹ and Min Whan Jung³

¹Department of Neurobiology, Kavli Institute for Neuroscience, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut 06510; email: daeyeol.lee@yale.edu, hyojung.seo@yale.edu

²Department of Psychology, Yale University, New Haven, Connecticut 06520

³Neuroscience Laboratory, Institute for Medical Sciences, Ajou University School of Medicine, Suwon 443-721, Republic of Korea; email: min@ajou.ac.kr

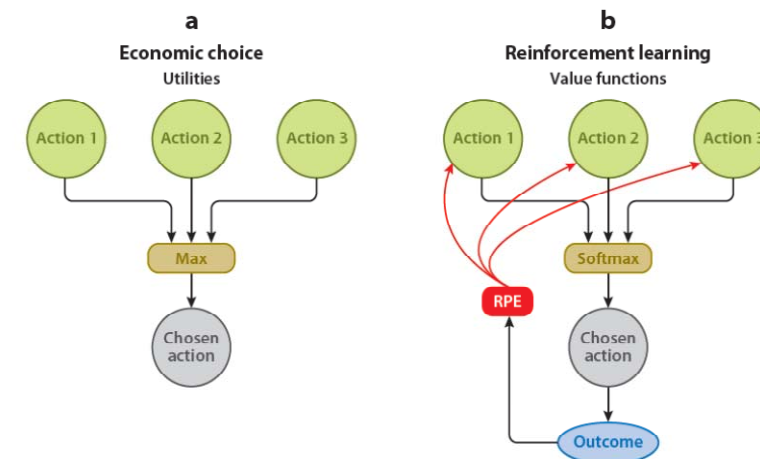


Figure 1

Economic and reinforcement learning theories of decision making. (a) In economic theories, decision making corresponds to the selection of an action with maximum utility. (b) In reinforcement learning, actions are chosen probabilistically (i.e., softmax) on the basis of their value functions. In addition, value functions are updated on the basis of the outcome (reward or penalty) resulting from the action chosen by the animal. Abbreviation: RPE, reward prediction error.

Motivació

OPEN ACCESS Freely available online

PLoS one

Humans and Insects Decide in Similar Ways

Philippe Louâpre*, Jacques J. M. van Alphen, Jean-Sébastien Pierre

CNRS UMR6553 EcoBio, IFR90/FR2116 CAREN, Université de Rennes I, Campus de Beaulieu, Rennes, France



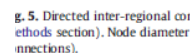
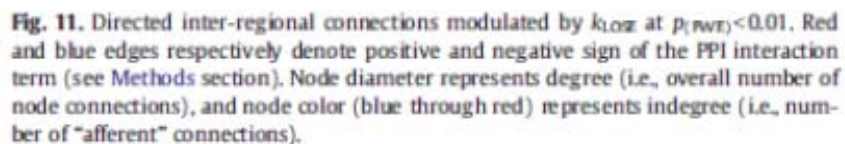
Motivació: força interna que produeix accions sobre la base del balanç en cada moment concret entre les necessitats i les demandes de l'ambient.

La motivació és una variable biològica que té efectes tangibles en el comportament, en el sentit de què energitza, dirigeix i selecciona el comportament.

MOTIVACIÓ

- *per motivar-nos, o per fer que els altres es motivin, cal tenir un objectiu concret.*
- *l'objectiu que marquem ha de respondre a una necessitat o a una demanda concreta. Per tant, en qualsevol aprenentatge o procés educatiu, per motivar hem de generar necessitats.*
- *saber que hi ha traves a superar, i veure-les amb l'optimisme de pensar que les podrem superar.*
- *la motivació ha de contemplar també els aspectes emotius, la cerca de novetats i la creativitat, i també els aspectes socials, per exemple en relació a les recompenses i la valoració col·lectiva.*
- *la millor recompensa que podem oferir per motivar o mantenir la motivació és l'acceptació social, amb un somriure i unes paraules amables i encoratjadores sinceres.*
- *tant important com motivar és no desmotivar.*

Els efectes sobre la connectivitat són més acusats quan hom es troba en una situació dual de guany o pèrdua que en gradients continus de valor.



of the PPI interaction term (square degree (i.e., number of "afferent

Tot això, amb els gens sempre presents

OPEN ACCESS Freely available online

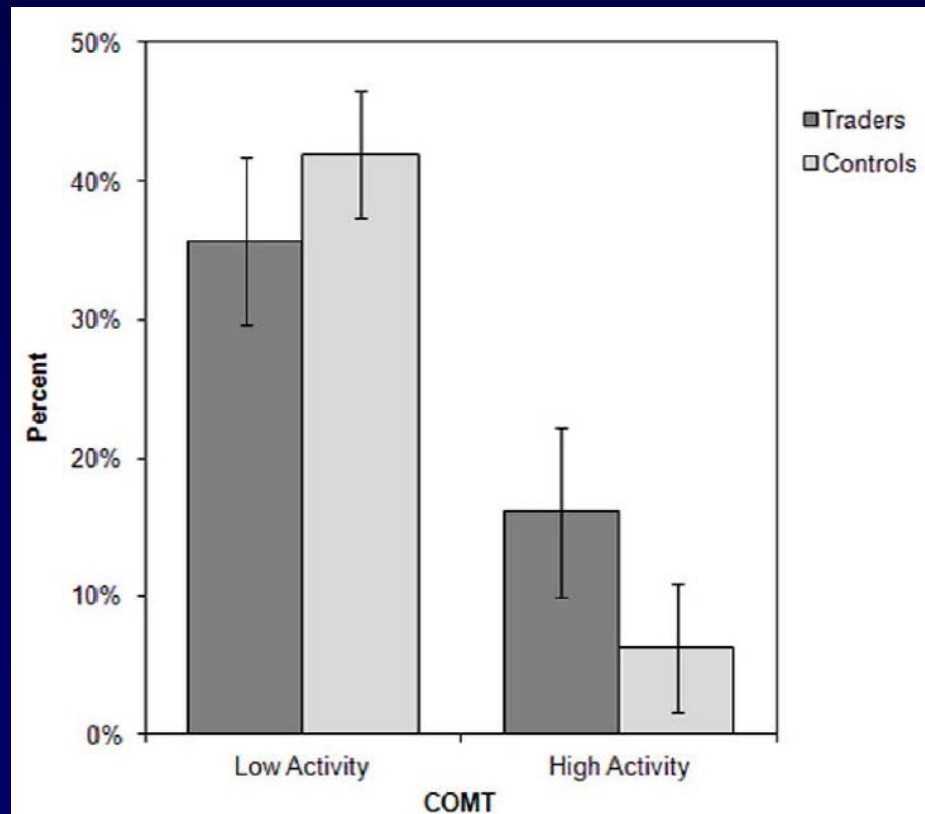
PLoS one

A Combination of Dopamine Genes Predicts Success by Professional Wall Street Traders

Steve Sapa¹, Laura E. Beavin¹, Paul J. Zak^{1,2,3*}

¹ Center for Neuroeconomics Studies, Claremont Graduate University, Claremont, California, United States of America, ² Department of Economics, Claremont Graduate University, Claremont, California, United States of America, ³ Department of Neurology, Loma Linda University Medical Center, Loma Linda, California, United States of America

DRD4D
COMT



Tot això, amb els gens sempre presents

GWAS of 126,559 Individuals Identifies Genetic Variants Associated with Educational Attainment

All authors with their affiliations appear at the end of this paper.

A genome-wide association study (GWAS) of educational attainment was conducted in a discovery sample of 101,069 individuals and a replication sample of 25,490. Three independent single-nucleotide polymorphisms (SNPs) are genome-wide significant (rs9320913, rs11584700, rs4851266), and all three replicate. Estimated effects sizes are small (coefficient of determination $R^2 \approx 0.02\%$), approximately 1 month of schooling per allele. A linear polygenic score from all measured SNPs accounts for $\approx 2\%$ of the variance in both educational attainment and cognitive function. Genes in the region of the loci have previously been associated with health, cognitive, and central nervous system phenotypes, and bioinformatics analyses suggest the involvement of the anterior caudate nucleus. These findings provide promising candidate SNPs for follow-up work, and our effect size estimates can anchor power analyses in social-science genetics.

College degree. To enable pooling of GWAS results, all studies conducted analyses with data imputed to the HapMap 2 CEU (r22.b36) reference set. To guard against population stratification, the first four principal components of the genotypic data were included as controls in all the cohort-level analyses. All study-specific GWAS results were quality controlled, cross-checked, and meta-analyzed using single genomic control and a sample-size weighting scheme at three independent analysis centers.

At the cohort level, there is little evidence of general inflation of P values. As in previous GWA studies of complex traits (15), the Q-Q plot of the meta-analysis exhibits strong inflation. This inflation is not driven by specific cohorts and is expected for a highly polygenic phenotype even in the absence of population stratification (16).

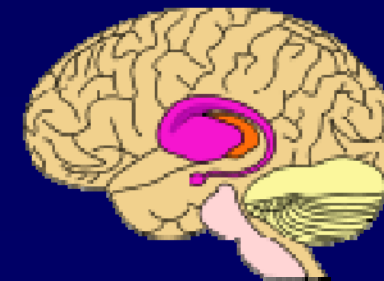
From the discovery stage, we identified one genome-wide-significant locus (rs9320913, $P = 4.2 \times 10^{-9}$) and three suggestive loci (defined as

www.sciencemag.org SCIENCE VOL 340 21 JUNE 2013

1467

Gens implicats en aspectes cognitius i de la formació i funcionament del cervell

Especialment actius al nucli caudat, una zona del cervell implicada en l'aprenentatge i la memòria



Algunes característiques de la nostra espècie importants per a l'ensenyament / aprenentatge

Optimisme
(motivació)

Creativitat

Cerca de novetats
(risc)

Optimisme



voluntat de continuar vivint i procreant malgrat saber que la mort individual és, al cap i a la fi, inevitable

I una de les principals estratègies de supervivència de la nostra espècie és la **CREATIVITAT**

Optimisme

voluntat de continuar vivint i procreant malgrat saber que la mort individual és, al cap i a la fi, inevitable

Contribució genètica ?

L'optimisme és necessari
per a continuar aprenent

Research articles

Elaine Fox, Anna F.

Looking on the bright side:
transporter gene

Proc. R. Soc. B M

February 25, 200

Dopamine D₂ Receptor (DRD2) Gene and
Susceptibility to Posttraumatic Stress Disorder:
A Study and Replication

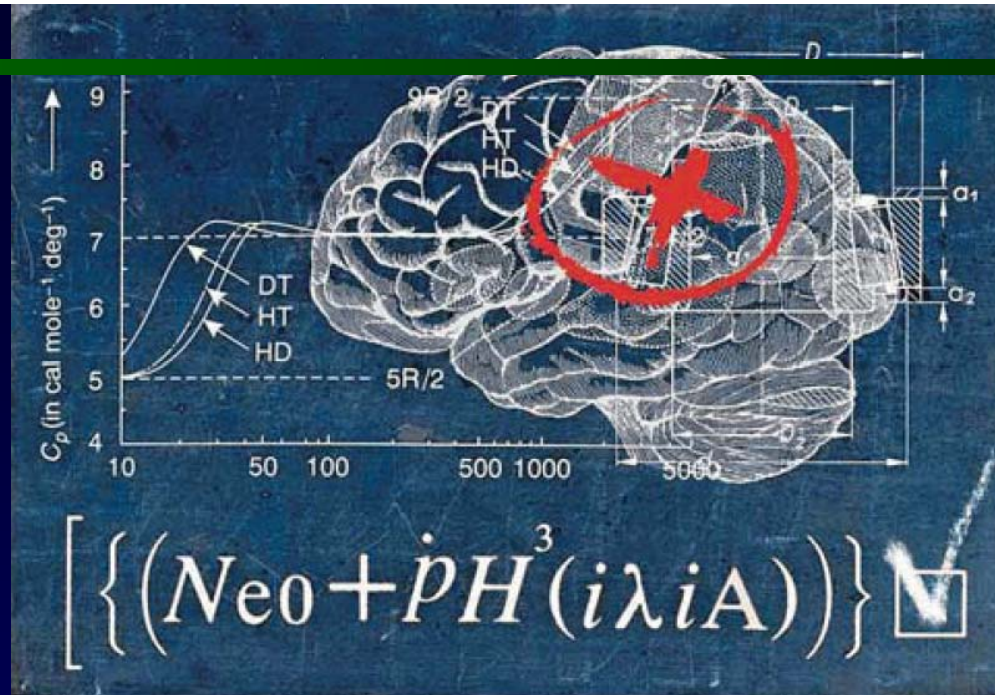
D.E. Comings, D. Muhleman, and R. Gysin

**Cerca de
novetats**

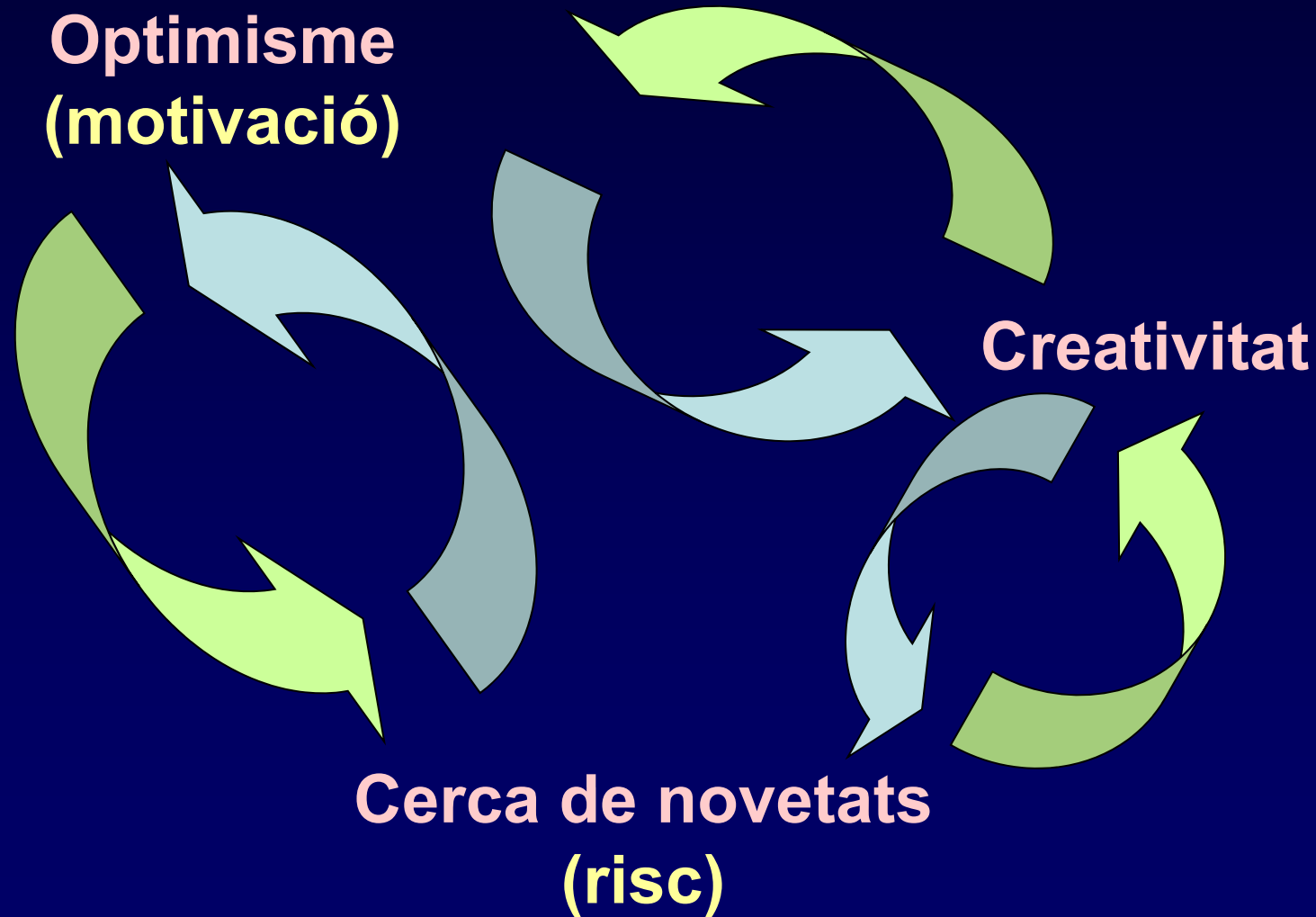
NEOFÍLIA

**Abans s'associava
a dèficit d'atenció
o a actituds compulsives**

**Però la seva relació amb
neurotransmissors
indica que es relaciona
amb l'optimisme i la
felicitat**



Algunes característiques de la nostra espècie importants per a l'ensenyament / aprenentatge



Plaer

PLAER FÍSIC Menjar i reproduir-se

PLAER EMOCIONAL Vida social

PLAER INTEL·LECTUAL Crear, reflexionar, aprendre

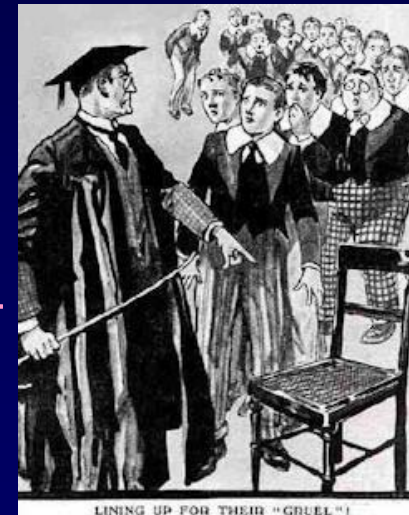
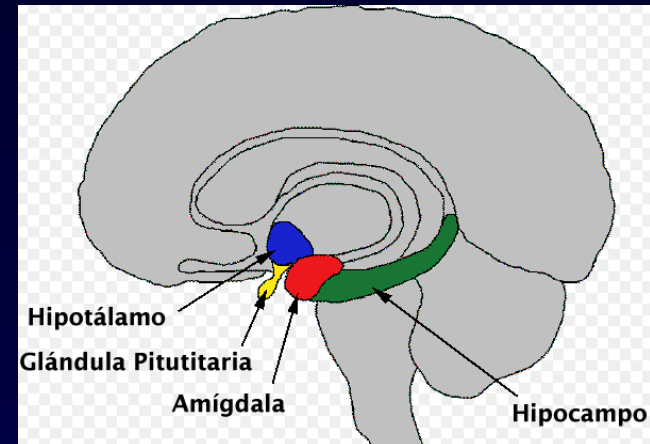


Endorfines

Hormones del “benestar”

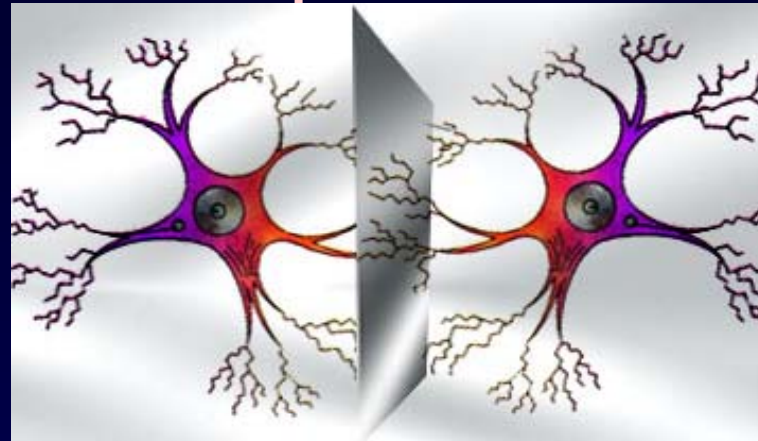
Secretades per la glàndula pituïtària i l'hipotàlem

- exercici físic
- ingesta d'aliments
- enamorament
- orgasme
- **estímul intel·lectual**
- dolor
- capsaïcina



Relacionades als opiacis – provoquen una certa addicció
(relació entre persones addictes a l'alcohol i baixa producció d'endorfines)

- Motivació
- Entusiasme
- Ambició
- Emoció
- Optimisme
- Risc
- Cerca de respostes



La resposta som nosaltres mateixos

Intel·ligència

Funció:

- ▶ Prossecució d'objectius afrontant i superant obstacles
Per impulsar-la, calen objectius, aspiracions, ambicions, somnis
*sense metes, el concepte d'intel·ligència no té sentit; i les metes
sorgeixen de les necessitats, i també de les emocions*
- ▶ Aconseguir la felicitat i la dignitat

Per què ha de servir l'educació?

**Grau de preparació per afrontar
els reptes de la vida adulta**

