

Fitxa de Neurofisiologia: Funcions cognitives superiors

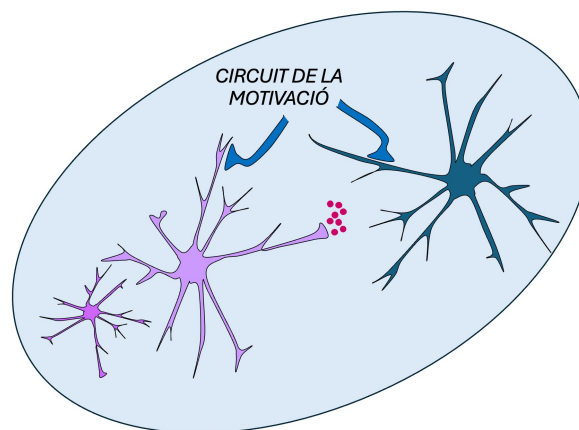
Esther Udina i Bonet

Professora catedràtica de Fisiologia Mèdica

Unitat Fisiologia Mèdica, Facultat de Medicina.
Departament de Biologia Cel·lular, Fisiologia i Immunologia
Universitat Autònoma de Barcelona

Objectius:

- Entendre l'organització funcional de la percepció i el moviment a nivell cortical
- Conèixer els diferents còrtex associatius i les seves funcions
- Conèixer el paper del sistema límbic en el processament de les emocions i la seva influència en moltes funcions cognitives
- Comprendre el concepte de neuroplasticitat i la seva importància en la funció cortical
- Conèixer el processament de la memòria declarativa i el llenguatge



Funcions cognitives superiors
Percepció: Interpretació de la meva sensació. Atenció Memòria Llenguatge Pensament conscient Accions dirigides Sentiments Intel·ligència: podria considerar-se la conjunció de totes les altres funcions superiors, la nostra capacitat cognitiva.

Degut a la complexitat d'aquestes funcions, està discutit si estan localitzades en una àrea limitada del nostre còrtex o, pel contrari, són molt més difuses. Avui en dia es creu que, si bé tenim unes àrees especialitzades en cadascuna de les funcions (tot i que pot haver cert solapament entre funcions i àrees), per una plena capacitat cognitiva també és fonamental que hagi una integració, és a dir, una associació. Sense bones connexions entre les diferents àrees, es perd bona part de la nostra capacitat cognitiva. Per altra banda, moltes d'aquestes funcions cognitives se solapen: p.e., la percepció és la interpretació en base a una experiència prèvia, per tant la memòria i la percepció estan molt relacionades.

Organització funcional de la percepció i el moviment

- El còrtex sensorial primari rep senyals ascendents dels nostres receptors perifèrics i després de processar-les, envia projeccions a còrtex secundaris més complexos de tipus unimodal (ens estan integrant una sola sensibilitat.)

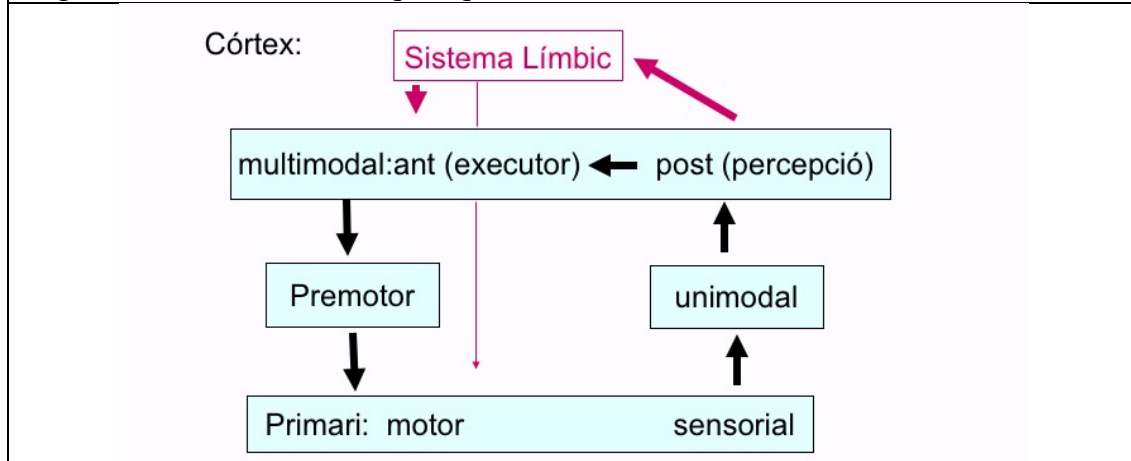
- Aquestes àrees de tipus unimodal projecten a àrees on s'integren diferents sensibilitats. Són les àrees multimodals (diferents sensibilitats integrades). Com més s'allunyin de l'estímul primari i més integradores siguin (més abstractes), més associatiu es considera el còrtex.

Per exemple, una zona del còrtex parietal integra la nostra sensibilitat visual (sobretot la relacionada amb la localització de l'estímul visual) amb la propiocepció (posició del nostre cos) i integra la sensació de nosaltres mateixos i on estem situats amb la resta de l'entorn visual.

- Les àrees associatives que ens integren la sensació (percepció), projecten a àrees d'associació de tipus executiu (properes als còrtex motors), que no controlen cap múscul, sinó que tenen una funció més abstracta relacionada amb la planificació, les estratègies, les intencions, els objectius ...

- Al seu torn, aquestes àrees donaran ordres als còrtex motors secundaris (àrea premotora, suplementària..) que organitzen moviments complexos, i aquestes donaran ordres al còrtex motor primari, per tal que realitzi un moviment concret. Finalment el còrtex motor primari envia ordres descendents que controlen les motoneurons inferiors per a realitzar el moviment.

Organització funcional de la percepció i el moviment

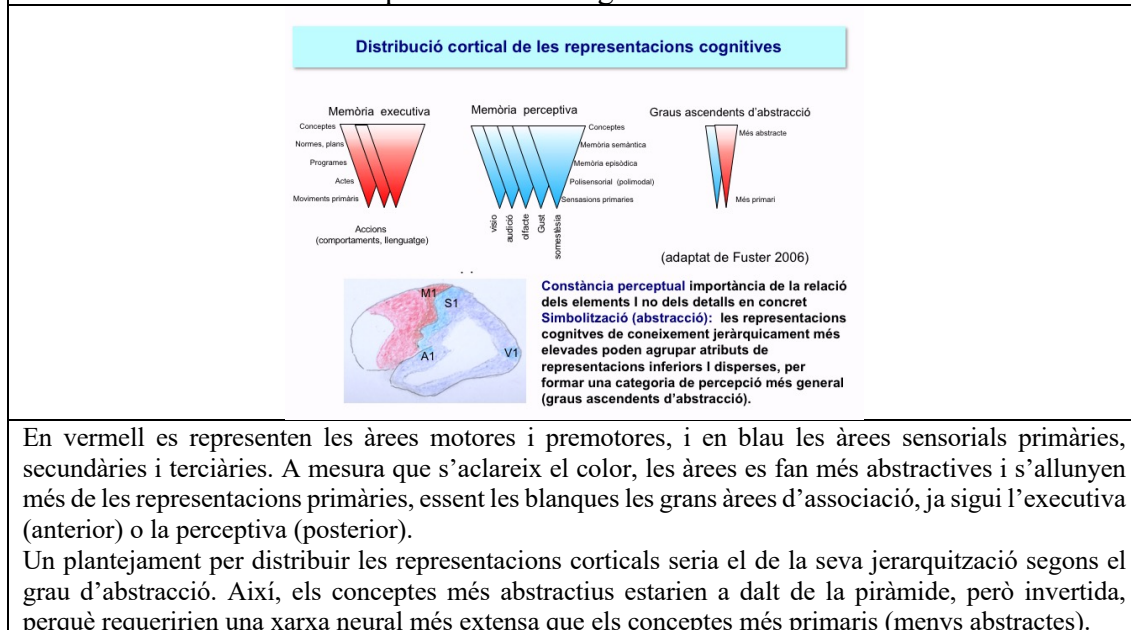


CÒRTEX D'ASSOCIACIÓ

Els còrtex d'associació estan estratègicament situats al nostre còrtex per tal de realitzar les seves funcions:

Al lòbul frontal, per davant dels còrtex motors primaris i secundaris (també anomenat Còrtex pre-frontal) trobem les àrees d'associació de tipus executiu (relacionades amb la capacitat de planificar, d'executar...), mentre que el còrtex parieto-occipito-temporal (POT) es considera un còrtex d'associació perceptiu, i està rodejat dels principals còrtex sensorials primaris i secundaris (visió a l'occipital, somestèsia al parietal, audició al temporal).

Distribució cortical de les representacions cognitives



No es pot oblidar el tercer gran còrtex associatiu, el còrtex límbic, fonamental pel processament de les emocions i els sentiments i la memòria.

Aquests còrtex d'associació s'interrelacionen entre ells i també amb els seus contralaterals. Així mateix, aquests còrtex, com la resta de còrtex motors i sensorials,

reben inputs del tronc de l'encèfal (sistema activador ascendent), que determina en últim terme si el nostre còrtex estarà en estat d'alerta i vigília o en fase de son.

- **Àrea d'associació posterior:** integració de la percepció i representació d'aquesta en la memòria.

A nivell del sistema visual, el sistema de localització i moviment de la imatge visual es troba a la zona parietal i temporal mitja. Relacionat amb aquesta funció de localització, trobem que el còrtex d'associació parietal està estratègicament localitzat per integrar la localització de l'estímul visual amb la propiocepció del cos (còrtex somatosensorial). Per altra banda, el sistema de reconeixement de la imatge visual es troba situat al còrtex temporal inferior. Així mateix, el còrtex d'associació temporal és fonamental en el reconeixement (tant de la imatge visual com del significat del llenguatge). Aquest còrtex està també relacionat amb el còrtex auditiu. En la conjunció del POT trobem l'àrea de Wernicke, àrea que dóna sentit al nostre llenguatge (àrea sensorial del llenguatge)

- **Àrea d'associació límbica:** està relacionada amb les emocions i amb la memòria (recordem les coses que emocionalment ens han impactat).

- **Àrea d'associació anterior:** de tipus executiu, aquí trobem les funcions executives del comportament com el judici, la planificació futura, la seqüenciació de les accions i la memòria de treball (Còrtex pre-frontal).

En l'àrea d'associació anterior també trobem l'àrea motora del llenguatge (àrea de Broca), que organitza el nostre llenguatge i ens permet executar-lo.

Còrtex d'associació parietal

Funcions:

- Atenció davant estímuls sensorials: quan parem atenció a algun estímul activem neurones del còrtex parietal, que faciliten l'activació dels còrtex sensorials primaris encarregat de processar aquest estímul. No obstant, el control de l'atenció és molt més complex i no es limita al còrtex parietal.
- La representació del nostre espai tant personal com interpersonal: ("Jo sóc jo i sóc aquí relacionant-me amb l'ambient") està representada al parietal. Aquí s'integra l'espai personal (jo) en l'espai extrapersonal (ambient).
- La integració de tota l'escena visual: visió de conjunt coherent
- Implicació en la direcció de la visió i el comportament exploratori cap a un estímul (focalització de l'atenció).
- Contribució a la planificació dels moviments, conjuntament amb el còrtex frontal.

Una lesió del lòbul parietal produeix la Síndrome de Negligència.

Síndrome de negligència
Si un pacient té una lesió focalitzada al còrtex parietal dret, el seu còrtex visual primari dret estarà intacte, pel que podrà veure el camp visual esquerre. Però al tenir lesionat el còrtex associatiu del parietal, serà incapaç de parar atenció al camp visual esquerre, i l'ignorarà. També deixarà de tenir consciència del seu hemicòs esquerre, o oblidarà que el té. És important ressaltar que en cas de tenir una lesió al còrtex parietal esquerre, el parietal dret pot compensar les seves funcions bastant bé. Per contra, en una lesió al còrtex parietal dret, l'esquerre no podrà compensar-lo. El còrtex dret ens integra les dues meitats donant una sensació d'un tot, com si es tractés d'una sola unitat. Per això es considera dominant en aquestes funcions associatives (sempre assumint que parlem de la major part de la població, una minoria tindrien dominància oposada. El concepte de dominància i <u>lateralització hemisfèrica</u> es tracta més endavant)

Atenció

El processament normal de la informació de forma conscient requereix atenció, que ve determinada per la interacció de diferents zones de l'escorça cerebral sota la coordinació i modulació del tàlem, i de neurones colinèrgiques i monoaminèrgiques dels nuclis de la base i de la formació reticular. Per tant, l'atenció no és una funció regulada únicament des de còrtex d'associació, i també té un control ascendent, que depèn del sistema activador ascendent.

El còrtex prefrontal i el parietal posterior tenen un paper clau en els processos d'atenció, entesa aquesta com una funció cognitiva que permet la selecció d'estímuls sensorials d'interès per controlar una acció, i que depenen també dels interessos i motivacions del subjecte. Permet l'atenció selectiva a estímuls externs i interns específics, evitant la saturació del còrtex, de manera que només uns pocs estímuls arribaran a ser conscients per al subjecte. Això dependrà de les característiques del propi estimul (intensitat, atractiu, grau de novetat...) o de la influència que el còrtex prefrontal i el parietal posterior exerceixin sobre el grau de resposta dels còrtex sensorials als estímuls.

Els inputs colinèrgics i monoaminèrgics són fonamentals en l'atenció selectiva i la consciència. Poden fer-ho tot modulant el relleu de la informació sensorial al tàlem o projectant directament al còrtex. De fet, les neurones del tronc de l'encèfal, que envien projeccions ascendents cap a còrtex i altres nuclis del cervell, són fonamentals en la regulació de diferents funcions cognitives:

- Neurones acetilcolinèrgiques dels nuclis de la base (que reben projeccions excitatòries del propi còrtex prefrontal) projecten a àrees corticals primàries i d'associació per seleccionar estímuls rellevants. A banda del seu paper en atenció selectiva a estímuls, també són importants pels processos d'aprenentatge i [memòria](#).
- Neurones dopaminèrgiques del tronc de l'encèfal envien senyals de recompensa al còrtex i als ganglis basals per controlar les conductes. Els inputs dopaminèrgics de la substància *nigra pars compacta* cap als ganglis basals faciliten l'inici de moviments rellevants en els programes motors, mentre que els inputs de l'àrea tegmental ventral al còrtex prefrontal són importants en el control executiu de l'atenció, la presa de decisions i la [motivació](#).
- Neurones noradrenèrgiques del *locus coeruleus* medien l'increment d'atenció lligat a estímuls nous o potencialment desafiants, relacionats amb situacions d'estrès.

Planificació i execució dels moviments: interacció entre còrtex frontal i parietal

Mentre que hi ha neurones al còrtex motor que s'activen principalment durant l'execució d'un moviment, durant la planificació s'activen neurones d'àrees premotores i parietals.

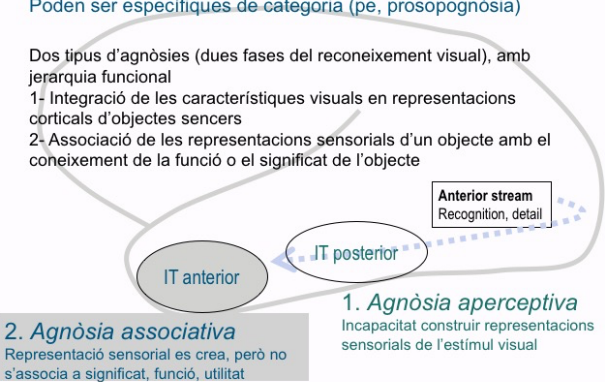
Per la planificació és important la intenció del moviment; així, quan volem agafar un objecte, també és important la localització de l'objectiu, la direcció del braç, l'acció que ha de fer la mà. També cal codificar aspectes cognitivament més complexes, com la finalitat i el valor de la recompensa esperada. Per tant, el sistema motor necessita, per una banda, localitzar l'objecte i dissenyar un moviment que apropi la mà a l'objecte i, per altra, codificar les propietats físiques de l'objecte per tal de poder definir el millor moviment per aferrar-lo. Evidentment, també és important saber la posició inicial del braç i la seva relació amb l'objecte. De fet, al còrtex parietal trobem la culminació de feix visual posterior, que processa la localització i moviment visuals. Aquest còrtex també està implicat amb la percepció espacial i el control de l'atenció.

En el còrtex parietal s'han descrit diferents mapes (per exemple, mapes de l'espai proper i peripersonal vs mapes de l'espai llunyà (*behind arm reach*). Aquests mapes i els que es troben a nivell frontal són dinàmics i permeten al sistema motor interaccionar amb objectes, ja siguin mòbils o estacionaris.

Còrtex d'associació temporal

Aquest còrtex està principalment implicat en el processament central de la visió, més exactament en el reconeixement de la imatge visual.

Una lesió del temporal ens fa perdre la capacitat de reconèixer els objectes visuals, provocant [agnòsies](#) (incapacitat de reconèixer visualment els objectes) encara que puguem veure-les (sabem que estem veient alguna cosa, però no sabem el què). Les agnòsies poden ser generalitzades, per qualsevol objecte, o també selectives. Per exemple, s'ha descrit que es pot perdre la capacitat de veure les cares ([prosopognòsia](#))

Agnòsies	
Agnòsia visual: incapacitat reconèixer l'objecte visual Poden ser específiques de categoria (pe, prosopognòsia) Dos tipus d'agnòsies (dues fases del reconeixement visual), amb jerarquia funcional 1- Integració de les característiques visuals en representacions corticals d'objectes sencers 2- Associació de les representacions sensorials d'un objecte amb el coneixement de la funció o el significat de l'objecte 	
Les agnòsies tenen dos aspectes bàsics: - Aspecte lèxic: pèrdua d'associació entre el símbol cognitiu i l'estímul, no saps el que és l'objecte. - Aspecte mnemònic: incapacitat de recordar, saps quin objecte és però no com es diu. Prosopognòsia: és l'agnòsia específica per les cares, és a dir, la incapacitat de reconèixer les cares, fins i tot les més familiars. És bastant infreqüent i s'ha relacionat amb patologies del còrtex occipitotemporal dret, si bé els pacients solen presentar també afectació de l'hemisferi contra lateral.	

Còrtex d'associació frontal o prefrontal

Les seves funcions són:

- Valorar pros i contres de les conseqüències de les accions futures.
- Planificar i organitzar en conseqüència.
- Trobar solucions a nous problemes.
- Memòria de treball.
- Control de l'atenció

Està dissenyat per poder organitzar temporalment les conductes (és un bon seqüenciador), i bon exemple d'això és la seva capacitat per planificar. La memòria del treball també demana una seqüenciació.

Memòria del treball	
	• Manteniment de la informació de manera activa i breu en el temps (memòria a curt termini) • Reactivació, pot ser per repetició • Limitació en la seva capacitat (càrrega: 4-9 ítems màx) i en el temps (decau en aprox 20 sg si no hi ha reactivació) • Manipulacions: organització, associació, transformació de la informació manejada
• Forma de planificació motora, manteniment actiu d'informació rellevant per una tasca conductual en procés • Memòria a curt termini que integra la percepció moment a moment al llarg del temps i la combina amb experiència passada. • Control del còrtex frontal dorsolateral sobre regions cerebrals posteriors	

Cal remarcar la importància de les connexions recíproques amb el còrtex posterior d'associació (percepció) i l'àrea límbica (emoció) per planificar i executar conductes complexes.

La seva lesió provoca greus deficiències, que van ser inicialment descrites gràcies al famós [Phineas Gage](#), que va patir un greu accident que va lesionar-li part del lòbul frontal

Lesió del còrtex d'associació frontal:



- Manteniment funcions com visió, parla, moviment...
- Canvi de "caràcter":
- Groller, mal educat
- Molts plans però cap a bon termini

Afectació de:

- L'habilitat per anticipar el futur i planejar d'acord a ambients socials complexos
- El sentit de responsabilitat cap a un i els altres
- Processos de presa de decisions

El cas d'en Phineas Gage és tristament conegut perquè és el primer cas reportat de lesió del pre-frontal i de les seves conseqüències clíniques. En Phineas Gage era un treballador del ferrocarril americà del SXIX que, manipulant dinamita, va patir un accident laboral amb una barra de ferro, que se li va clavar a l'òrbita i va perforar-li part del lòbul frontal. La lesió va ser prou circumscrita perquè no li afectés la parla ni el moviment. Si bé aparentment les seqüeles neurològiques eren limitades, quan va reincorporar-se a la vida social i laboral, es va percebre un canvi radical de caràcter: s'havia tornat groller i mal educat. L'habilitat per anticipar el futur i planejar d'acord a ambients socials complexos es va veure danyada, i també la responsabilitat i els processos de presa de decisions.

Característiques d'una lesió pre-frontal:

- Intel·ligència, percepció i memòria no s'afecten.
- Pèrdua d'habilitat per seleccionar, planificar i executar conductes adequades a demandes presents i futures en el context social: canvi de caràcter.
- Pensaments desordenats.
- Alteració de la iniciativa i de la creativitat.
- Disminució del conteniment social.
- Perseverança conductual (repetició de les mateixes conductes).
- Incapacitat de planejar accions apropiades.

El còrtex pre-frontal es pot subdividir funcionalment [en dues grans regions](#): una més dorsolateral i l'altre ventromedial i orbital. La part més dorsolateral del còrtex prefrontal s'encarrega de la memòria de treball i la planificació, mentre que la seva part ventromedial i orbital està molt lligada al processament de les emocions (de fet, es pot considerar una extensió del [sistema límbic](#)).

Sistema dual del còrtex prefrontal

Còrtex prefrontal dorsolateral

Control cognitiu del comportament

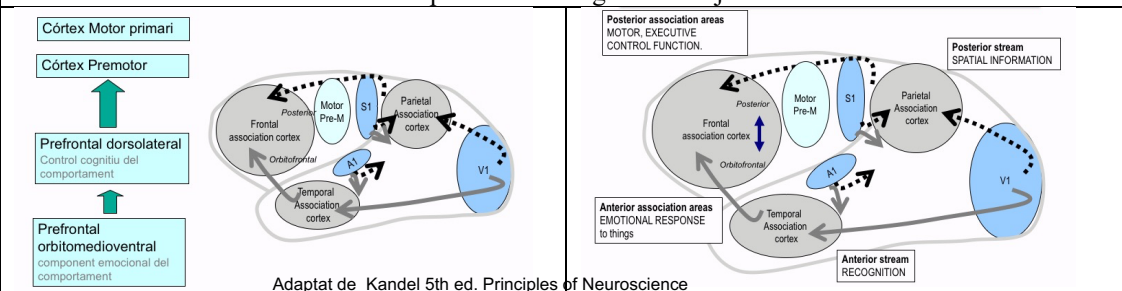
- Tasques amb resposta retardada
 - Planificació del moviment
 - Memòria del treball
- Neurones dopaminèrgiques receptors D1
- Mantenir en ment el pla d'acció i executar-lo
- Ens permet seguir instruccions, respectar les normes socials, procedir amb eficàcia: aconseguir el nostre objectiu

Còrtex prefrontal orbital i ventromedial

Control emocional del comportament (important en comportament dirigit a un objectiu)

- Lligat a hipotàlem, amígdala i centres subcorticals relacionats amb homeòstasis
- Rep inputs de TOTES les sensibilitats (reconeixement dels objectes i resposta apropiada a ells)
- Projeccions a còrtex prefrontal dorsolateral i premotor: activa un comportament adequat

La part més dorsal del còrtex prefrontal s'encarrega del control cognitiu del comportament, mentre que la part orbital i ventromedial controlaria el component emocional del comportament. Aquest control emocional seria fonamental en els comportaments dirigits a un objectiu.



Aquesta distribució ventral/dorsal tindria el seu paral·lelisme amb el processament en paral·lel de les modalitats sensorials. Així, en el processament central de la visió es descriuen dos circuits (el circuit del reconeixement -ventral o anterior- i el de la localització -dorsal o posterior), i cadascun d'ells projectaria a la regió anatòmicament equivalent del còrtex prefrontal. Per decidir si un objecte ens interessa o no, és important reconèixer-lo. La via anterior de la visió projecta cap al còrtex prefrontal orbital i ventromedial per tal que aquest doni el component emocional a aquell objecte identificat. És aquest còrtex qui decidirà si l'objecte és prou rellevant per iniciar una conducta al respecte. Arribat a aquest punt, qui regula la conducta pròpiament, és la part dorsolateral del còrtex prefrontal (és qui planificarà i seqüenciarà un seguit d'accions per assolir l'objectiu). Òbviament, part de la planificació passa per conèixer on està situat l'objecte en qüestió, i aquí serien importants les projeccions que al via dorsal del processament central de la visió envia al còrtex prefrontal dorsolateral. Ja no importa què és l'objecte, sinó on està, per saber si el tinc a l'abast, què he de fer per aconseguir-lo (o defugir-lo...). Però qui ha decidit iniciar l'acció (perquè l'objecte així s'ho mereixia) ha estat el còrtex pre-frontal orbital i ventromedial, atorgant un component emocional a l'objecte. Òbviament, aquest processament emocional no és limita exclusivament al còrtex prefrontal -que de fet es podria considerar l'últim efector del circuit- i hi ha altres estructures implicades, el que es coneix com a [sistema límbic](#).

Còrtex límbic: processament de les emocions

El concepte emoció pot ser molt extens. Per intentar concretar una mica i poder explicar millor el seu processament central, es proposa diferenciar entre el que seria pròpiament l'[emoció](#) (la resposta instintiva) i el [sentiment](#) (el seu reflex conscient). El còrtex (que donaria l'aspecte més conscient de l'emoció, el sentiment) i l'hipotàlem (seria responsable de l'aspecte més instintiu i emocional) estan coordinats per l'[amígdala](#) (que coordina, per tant, l'experiència conscient i l'expressió perifèrica de les emocions). Un altre element clau per entendre el processament de les emocions són les [motivacions](#), que ens "impulsen" a fer conductes

Emocions i sentiments

Emoció: Avaluació inconscient d'una situació potencialment perillosa o beneficiosa. La resposta a la situació pot ser apetitiva o aversiva. Es tracta d'un component adaptatiu i instintiu espontani. Està molt lligada a l'[hipotàlem](#) i al tronc de l'encèfal i a l'activació del sistema nerviós autònom.

Sentiment: És el reflex conscient de l'emoció instintiva. La resposta es dona a nivell del còrtex sent per tant més conscient i racional. Gràcies a aquesta capacitat conscient de processar les emocions podem escollir la conducta / acció més adequada. El còrtex pot modular una mica les respostes somàtiques i vegetatives. Es pot aprendre de les experiències, que solen reforçar l'aspecte cognitiu respecte al instintiu. Aquest aprenentatge es dona a nivell de còrtex (cingulat, parahipocampal i també prefrontal orbital i ventromedial).

Impulsos i motivació

La **motivació** està lligada a impulsos, que inicien, sostenen i dirigeixen les nostres conductes. Les coses que ens motiven, per regla general:

- Incrementen la supervivència
- Solen ser agradables (et motiven coses que et donen plaer)
- Guien el comportament cap a objectius plaents i per evitar objectius adversos, negatius, dolorosos.
- Incrementen el grau d'alerta i la capacitat d'actuar (major grau d'activació de les funcions superiors)

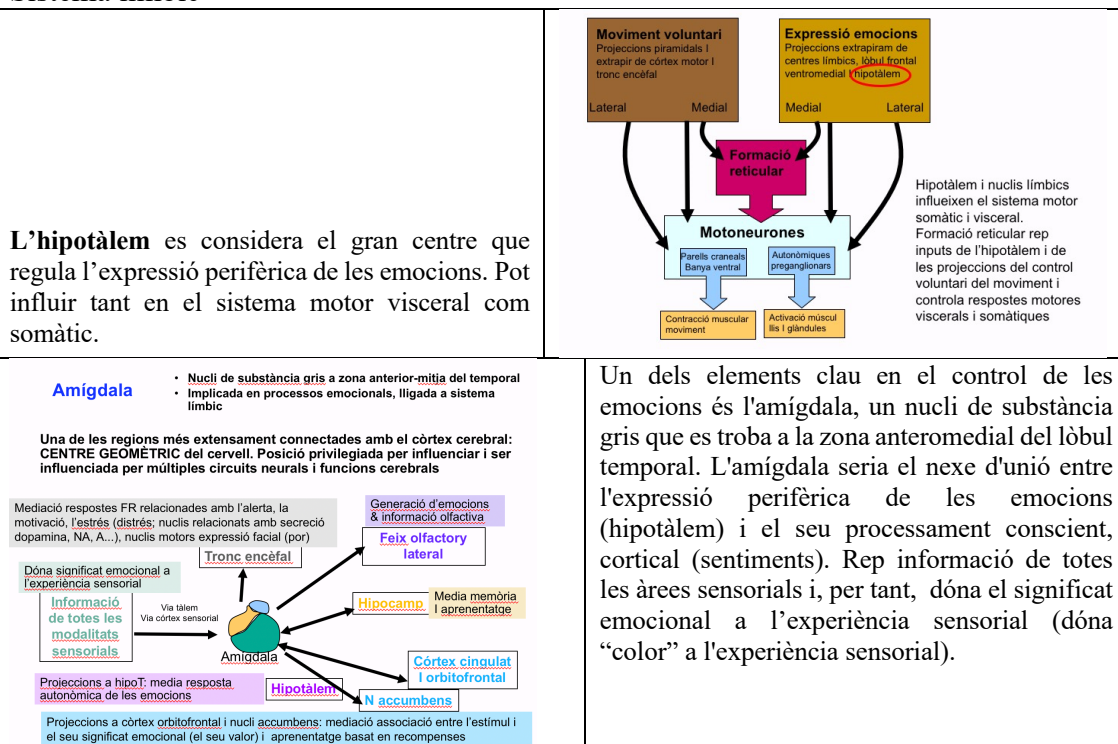
Els **impulsos** ens motiven a fer una conducta. Per exemple, una necessitat fisiològica provoca un malestar i, per tant, ens impulsa a fer alguna cosa per tal de cobrir aquesta necessitat i deixar de sentir el malestar quan la necessitat fisiològica està coberta. Els impulsos poden ser:

- Elementals: set, gana ...
- Complexos: aspiracions personals o socials adquirides amb l'experiència.

El processament central de les emocions s'ha lligat al sistema límbic, si bé caldria una definició anatòmica precisa de què es considera sistema límbic. Va ser originàriament descrit per Papez però estudis recents apunten que algunes de les estructures inicialment incloses en aquest sistema límbic no serien importants en el processament de les emocions, mentre que d'altres no incloses s'hi haurien d'afegir. Per simplificar, descriurem aquí els elements fonamentals en el processament de les emocions:

- L'amígdala: nucli situat al lòbul temporal
- Algunes estructures del sistema límbic clàssic (destaquem hipotàlem, còrtex cingulat... entre d'altres). També són importants alguns nuclis del tàlem i una zona dels ganglis basals. L'hipocamp, si bé és un component del sistema límbic, està més relacionat amb la memòria que amb les emocions
- Còrtex prefrontal (zona orbital i ventromedial)

Sistema límbic



L'amígdala dóna significat emocional a l'experiència sensorial

- Media resposta autonòmica de les emocions (via hipotàlem)
- Influència en la percepció dels sentiments (via còrtex)
- Paper en arousal i percepció conscient de l'estímul

Connexions recíproques amígdala còrtex orbitofrontal i cingulat

- Permet integrar aprenentatge i experiència amb emocions
- Pensaments conscients poden suprimir respostes emocionals reflexes
- Memòria i imaginació poden evocar sentiments emocionals
- Permeten utilitzar Informació emocional en el procés cognitiu
- Modula la consolidació emocional de la memòria i permet integrar aprenentatge i experiència amb emocions

Resposta a estímuls de rellevància fisiològica (atractius o aversius)

- Mediació respostes de supervivència, amb preferència pels estímuls aversius.
- Resposta a estímuls de rellevància social

Respon a hormones sexuals (estrògens, andrògens): comportament sexuals

Amígdala: funcions i estímuls als quals respon

Rellevància i valència (+ o-) de l'estímul

Memòria emocional

- condicionament a la por
- influeix a memòria declarativa

Respostes motores

- viscerals
- moviment ulls
- accions d'evitació o aproximació

Presa de decisions (aprenentatge basat en recompensa)

Atenció (incrementa resposta a l'estímul)

Cognició social

- cares (expressió, mirada, contacte visual)
- veu (expressió, vocalitzacions socials)
- gestos corporals
- comportaments pro-socials o d'evitació
- Comportament maternal
- Normes morals
- Grup social (mida, complexitat)
- Confiança/desconfiança

Zona ventromedial i orbital del còrtex frontal

Lesions a nivell de la zona ventromedial i orbital del prefrontal provoquen la incapacitat d'utilitzar l'emoció per realitzar un comportament adequat i reeixir. Per això les persones amb problemes al prefrontal prenen decisions incorrectes que acaben en fracàs i demostren una desinhibició de comportaments, que provoquen conductes socials inadequades.



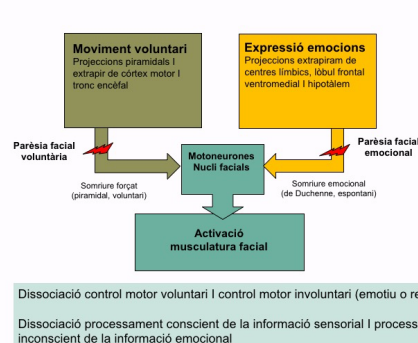
Utilitzar les emocions pròpies, interpretar les d'una altra persona, és fonamental per un adequat processament cognitiu

Aquestes estructures controlen l'expressió motora/visceral de les emocions, el comportament dirigit, la presa de decisions racionals, la interpretació i l'expressió de conducta social i el judici moral.

Cal remarcar que les emocions no s'expressen només mitjançant el sistema visceral (simpàtic, parasimpàtic, entèric, sota control de l'hipotàlem), sinó també a través del sistema motor somàtic (musculatura esquelètica).

Finalment, no podem oblidar que el còrtex límbic (i l'hipotàlem) són dos dels elements que controlen el sistema modulador descendent del dolor. Hi ha un estret lligam entre la percepció del dolor i el sistema límbic.

Emocions i musculatura esquelètica



Adaptat de Purves,
Neurosciences 4th Ed

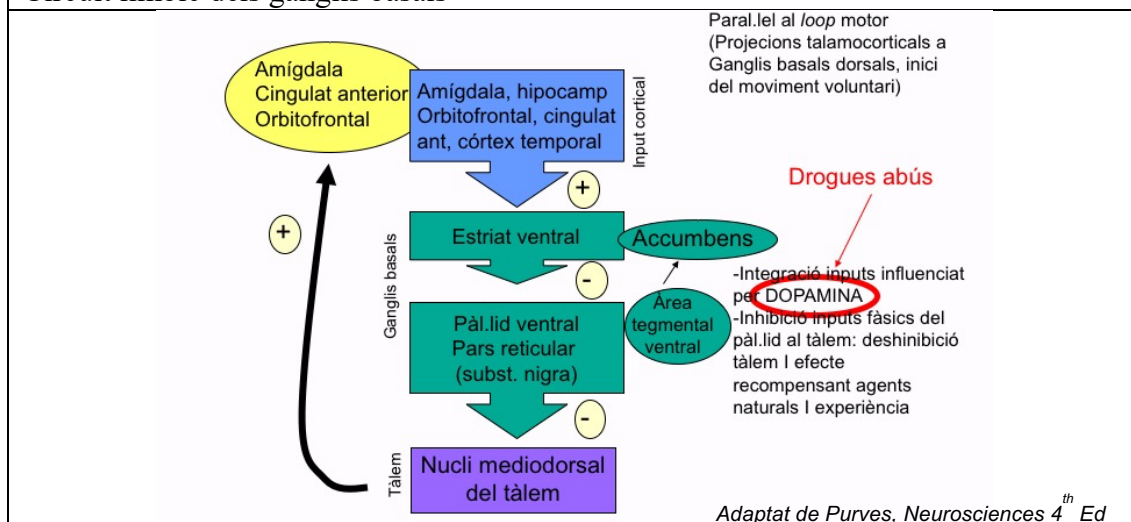
L'expressió perifèrica de les emocions està molt lligada al sistema muscular esquelètic. Un bon exemple per entendre-ho és l'expressió facial de les emocions (musculatura esquelètica). És obvi que tenim un control voluntari (que depèn de còrtex motor) de la nostra musculatura facial: podem forçar un somriure. Però també és cert que, quan estem contents, el nostre sistema límbic pot generar un somriure (el definiríem com a espontani), i en aquest cas no estaria sota control de còrtex motor pròpiament sinó de còrtex límbic. Concretament, estaria sota control del còrtex cingulat.

De fet, és important tenir en compte que tenim una dissociació entre el control motor voluntari i el control motor involuntari (emotiu o reflexiu), de la mateixa manera que tenim una dissociació entre el processament conscient de la informació sensorial i el processament inconscient de la informació emocional

Circuit de la motivació: circuit límbic dels ganglis basals

Com ja hem comentat anteriorment, les motivacions ens impulsen a fer conductes i estan molt lligades a les emocions. El circuit que regula la motivació implica els ganglis basals i s'estructura de manera paral·lela al circuit motor. Es coneix com a [circuit límbic](#) dels ganglis basals.

Circuit límbic dels ganglis basals

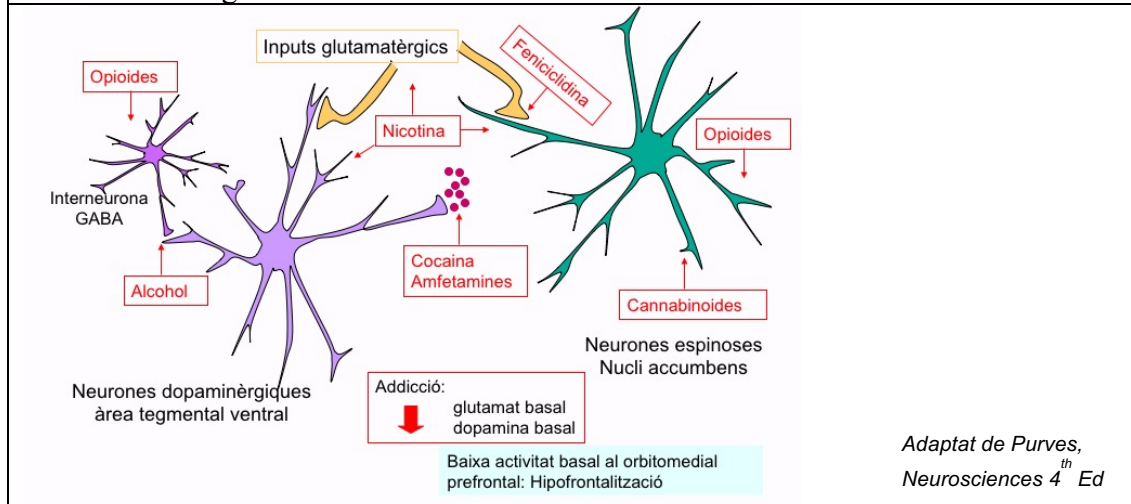


De manera semblant al circuit motor dels ganglis basals, tenim un circuit límbic dels ganglis basals (el còrtex límbic projecta a l'estriat (en concret una regió de l'estriat anomenada nucli accumbens)), que modula el pàl·lid- l'inhibidor- i aquest al seu torn projecta al tàlem i el tàlem al còrtex límbic altra vegada. El nucli accumbens (estriat), pot inhibir el pàl·lid (l'inhibidor) i, per tant, reforçar conductes (via directe del circuit) i inhibir les inapropiades (via indirecta). En aquest cas, però, les projeccions dopaminèrgiques que modulen l'activitat del nucli accumbens no provenen de la substància nigra (com en el circuit motor) sinó d'un nucli del mesencèfal anomenat àrea tegemental ventral.

A l'igual que pel circuit motor, la **dopamina** és un neurotransmissor clau perquè hagi un bon funcionament del circuit. S'ha descrit que, davant d'un reforç positiu (per exemple, un premi), hi ha un increment dels nivells de dopamina de les projeccions tegmentals a l'accumbens. Aquest increment és el que permetrà que es reforci la conducta i, per tant, que es repeteixi quan es preveu que la conducta ens tornarà a aportar aquell premi. És interessant remarcar que, en properes vegades, quan el circuit ha après a associar la conducta amb el premi posterior, l'increment de dopamina no es dona quan es rep el premi sinó quan es fa la conducta prèvia per aconseguir-lo. De la mateixa manera, si el premi deixa de rebre's, en aquell moment hi ha un decrement dels nivells de dopamina, que afavoririen l'extinció de la conducta, és a dir, afavoririen no repetir aquella conducta, ja que ha deixat de ser profitosa.

Alteracions en aquest circuit o desregulacions dels nivells de dopamina provocaran alteracions de les conductes (com les alteracions del circuit motor provoca alteracions del moviment). Aquest circuit és plàstic (està modulad per l'aprenentatge) i és molt vulnerable a [drogues d'abús](#), que justament són d'abús perquè actuen sobre aquest circuit.

Motivació i drogues d'abús



En les drogues d'abús, tota la motivació pot acabar focalitzant-se a aconseguir la droga, provocant l'addicció.

Les drogues, directament o indirectament poden augmentar els nivells de dopamina reforçant la conducta de drogar-se. I en aquest cas, la droga sempre incrementa els nivells de dopamina quan la prenem. Però a manca de droga, els nivells de dopamina basals són baixos, de manera que es perd la capacitat de motivar-se per altres agents naturals que no siguin les drogues. La disfunció d'aquest circuit també provoca conductes alterades.

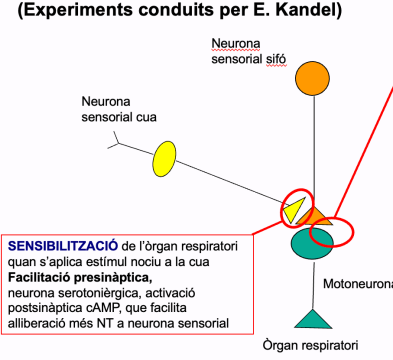
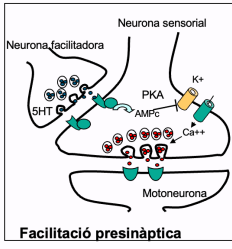
Cal pensar que dins del còrtex límbic incloem una part del còrtex frontal (fonamental per fer servir les emocions per tal de prendre decisions que ens siguin beneficioses i tenir un comportament social adequat). En els addictes, la disfunció del circuit provoca també una "desfrontalització". Els addictes:

- No poden prendre decisions que els beneficien.
- No tenen una capacitat conscient de decidir què és millor per a ells.
- Tot gira al voltant de la droga perquè el sistema de reforç es converteix un circuit viciós al voltant d'ella.

MEMÒRIA

Memòria implícita o no declarativa; és aquella memòria que no podem declarar (explicar). Dins de les memòries implícites podem destacar els hàbits i les habilitats (on hem de destacar la participació del cerebel i els nuclis basals) i les associacions d'un estímul amb el seu significat (on participa l'amígdala).

Memòria explícita, declarativa: és la memòria que podem explicar, definir amb paraules (per exemple, un fet, una data, una experiència autobiogràfica...).

Memòria implícita	
(Experiments conduïts per E. Kandel)  Adaptat de Kandel 5th ed. Principles of Neuroscience	Estímul repetitiu inofensiu provoca HABITUACIÓ. Depressió sinàptica entre neurona sensorial i motoneurona degut a una reducció del nombre de vesícules sinàptiques.  Facilitació presinàptica
Estudis clàssics en l'aplisia han permès estudiar els mecanismes darrere de l'aprenentatge per codicionament (on un estímul neutre s'associa a un estímul fisiològicament rellevant per evocar la mateixa resposta fisiològica). Es produeixen canvis a nivell de l'eficàcia sinàptica: -Habitució: disminució de l'eficàcia homosinàptica davant d'un estímul repetit irrellevant -Sensibilització: Reforçament heterosinàptic (interneurones moduladores) davant d'un estímul nociu	

Si ens centrem en **la memòria explícita**, podem definir-la com la capacitat d'emmagatzemar la informació i de recuperar-la posteriorment. Òbviament, el procés de memòria demana canvis sinàptics, el que significa que podem reforçar o debilitar les sinapsis per tal d'assentar o oblidar els records (tan important és el procés de memorització com el d'oblit).

Memòria explícita
Memòria episòdica: experiències personals i autobiogràfiques Sol estar associada a un temps i una localització Important per la seva recuperació el temporal mig (hipocamp) i el prefrontal (i altres àrees associatives) Memòria semàntica: fets, conceptes, informació que no demana contextualització Distribuïda per moltes regions corticals, si bé tenim regions específiques on es representen diferents categories • Algunes categories més dependents de la forma (pe, animals vius): representació al còrtex inferotemporal • Algunes categories més dependents de la funció (pe, eines): Representació a regions premotors (patrons de moviment associats a l'ús d'un objecte) i regions mig-temporals (informació sobre com l'objecte es mou en l'espai) Memòria espacial: principalment situada a l'hipocamp dret

Dins de la memòria explícita, podem parlar de:

Memòria a curt termini (segons o minuts)

Parlem de memòria a curt termini quan únicament dura alguns segons o minuts, període que depèn del temps que la persona dediqui a prestar atenció a l'estímul. Està molt relacionada amb la memòria del treball

Memòria a llarg termini

Parlem de memòria a llarg termini quan s'ha produït un procés de consolidació, és a dir, que s'han produït els canvis sinàptics necessaris per evitar que la memòria es perdi en el temps. Aquesta memòria es caracteritza per perdurar malgrat la desaparició de l'estímul. Aquests canvis són més o menys transitoris: en funció de com de bo hagi estat el procés de consolidació, el record durarà més o menys temps.

Les [amnèsies](#) són aquelles patologies que cursen amb pèrdua de memòria.

Amnèsies Amnèsia anterògrada és la incapacitat d'emmagatzemar la memòria a llarg termini. L'individu serà capaç de recordar coses passades però no podrà emmagatzemar informació nova. Amnèsia retrògrada és la incapacitat de recuperar memòries emmagatzemades del passat. Hipocamp i memòria explícita: El pacient HM és tristament famós per haver estat clau en entendre el paper de l'hipocamp en la memòria explícita. Va ser molt ben reportat per la psicòloga Brenda Milner, que va anar sovint a visitar-lo per valorar els seus dèficits neurològics. Comentava que “cada vegada que jo entrava a l'habitació era com si mai no ens haguéssim conegut”. El pacient HM va ser sotmès a una resecció bilateral del lòbul temporal a causa d'una epilèpsia intractable (li van extirpar part del lòbul temporal, incloent l'hipocamp). Després de l'operació, el pacient: - Preserva el QI: és igual d'intel·ligent - Manté la memòria a llarg termini: és capaç de recordar successos passats. Preservació de la memòria a llarg termini (LTM), si bé presenta una moderada amnèsia retrògrada graduada temporalment (dels anys previs a la cirurgia) - Té bona memòria a curt termini: és capaç de recordar successos durant alguns segons i minuts depenent del temps que els presti atenció. - Preservació de la memòria implícita o no declarativa: manté les seves habilitats (no ha oblidat anar en bici, tocar el piano, etc.) - Incapacitat de transferir la memòria a curt termini a llarg termini: una lesió a l'hipocamp incapacita per consolidar la informació a llarg termini. En contrast, encara es poden recuperar les memòries ja consolidades (passades), perquè la zona on estan guardades (còrtex) no s'ha afectat. Es proposa que les memòries, a mesura que maduren, es fan menys dependents de l'hipocamp, fet que explicaria que les memòries remotes ja no en depenguin i no s'afecti la seva recuperació quan hi ha afectació hipocampal (non així les recents).
Síndrome de Korsakoff Dany dels cossos mamil·lars de l'hipotàlem i del tàlem medial, atròfia cerebral, Induït per dèficit vitamina B1 (tiamina), alcoholisme i desnutrició severa Cursa amb alteració de la memòria declarativa (hi ha una incapacitat per formar noves memòries, dèficits en contextualització de les memòries: amnèsia retrògrada i anterògrada). La memòria implícita resta intacta.
Perquè la demència cursa amb pèrdues de memòria? La demència d'Alzheimer és la causa més freqüent de demència, i s'associa amb pèrdua de neurones colinèrgiques a nivell dels nuclis de la base, que innerven el còrtex cerebral. La pèrdua d'aquests inputs colinèrgics poden contribuir a la pèrdua de memòria que es descriu en aquests pacients. Per altra banda, medicaments que inhibeixen l'acetilcolinesterasa, incrementant els nivells d'acetilcolina al còrtex, podrien millorar la funció cognitiva en aquesta patologia. Per contra, medicaments que bloquegen els receptors muscarínics ((alguns d'ells utilitzats en alteracions neurològiques i psiquiàtriques) poden alterar la capacitat d'alerta, atenció i la percepció, provocant un estat confusional, particularment en persones grans.

Fases en el procés de memorització:

• Codificació del concepte

Per poder codificar un concepte primer necessitem prestar-li [atenció](#). En aquest instant, percebem la nova informació i tractarem d'associar-la de forma lògica i sistemàtica amb els coneixements que ja teníem emmagatzemats (és a dir, integrarem el coneixement nou amb el vell). En funció del tipus d'estímul activarem unes zones corticals o altres. S'ha descrit que la privació del son (fonamentalment no REM), perjudicaria la codificació.

• Consolidació

Un cop detectat l'estímul hem d'estabilitzar la memòria recent, que encara és làbil, mitjançant l'expressió de gens i síntesi de noves proteïnes, per tal de promoure canvis estructurals que reforcin les sinapsis (aquí participa [l'hipocamp](#)).

Per una bona consolidació, és important:

- Repetició i assaig
- Atenció
- emocionalitat del contingut i motivació

El son no seria tan important en aquesta fase com en la fase de codificació, però es planteja que els records amb elevat component emocional, dependrien més del son REM, i els que no tindrien component emocional, amb el son no REM.

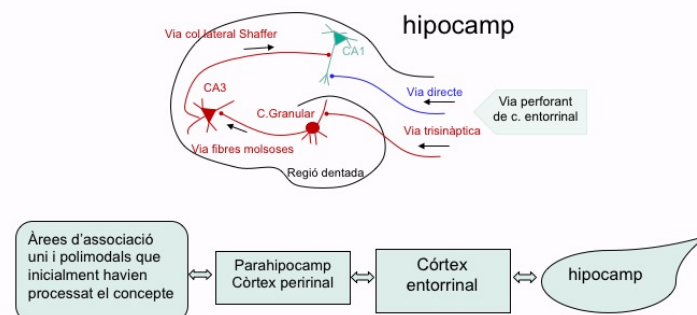
• Emmagatzematge

Capacitat, gairebé il·limitada, d'emmagatzemar la informació en el còrtex associatiu.

És interessant remarcar que la informació es reté (s'emmagatzema) en **el mateix còrtex** que inicialment l'havia processada.

L'avantatge d'emmagatzemar la informació en el còrtex en lloc de l'hipocamp és que el còrtex tindria una capacitat gairebé il·limitada d'emmagatzematge.

Hipocamp i consolidació



La consolidació d'un concepte s'inicia en els còrtex que processen aquest concepte que es vol memoritzar. La informació va als còrtex parahipocampal i peririnal, d'allí a l'entorrinal i a través de la via perforant, arriba a l'hipocamp. No es coneixen bé els mecanismes que permeten a l'hipocamp consolidar la memòria d'aquell concepte, però finalment la informació desfà el camí per tornar al còrtex que inicialment l'havia processat, on s'emmagatzemarà. La consolidació demana un temps, per això les memòries més recents són més làbils i poden veure's més afectades per un traumatisme o fins i tot per l'edat. A mesura que la memòria madura, es fa progressivament menys dependent de l'hipocamp.

Com consolida les memòries l'hipocamp?

La memòria a llarg termini demana fenòmens de plasticitat sinàptica a llarg termini. En l'hipocamp s'han descrit diferents patrons de plasticitat sinàptica, sobretot entre la col·lateral de Schaffer i la sinapsis amb la neurona CA1. Alguns patrons d'activitat provoquen fenòmens de reforç sinàptic a llarg termini, el que es coneix com potenciació a llarg termini (*long term potentiation* en anglès: LTP), mentre que d'altres patrons provocaran una reducció de la força sinàptica, la depressió a llarg termini (*long term depression* en anglès, LTD).

Un tren curt d'estímuls a alta freqüència provocarà fenòmens de LTP. Aquest fenomen resulta molt atractiu com a mediador de la memòria a llarg termini perquè és input-específic i perquè la seva activació demana activació intensa tant a nivell pre-sinàptic com postsinàptic i, per tant, actuant com a detector de coincidències, permetria l'associació d'estímuls. L'activació dels canals glutamatèrgics de tipus NMDA serien l'element clau en aquest fenomen. En una situació basal no s'activarien (perquè estarien bloquejats per magnesi), i serien els receptors AMPA els encarregats de la transmissió sinàptica. Però una despolarització a nivell post-sinàptic permetria desbloquejar aquests canals. Si aquesta despolarització

postsinàptica coincideix amb una despolarització pre-sinàptica (i alliberació de neurotransmissor glutamat), el canal NMDA (ara desbloquejat) s'activaria i permetria l'entrada de calci dins de la cèl·lula postsinàptica, que provocaria activació de cinases, que podrien influir directament sobre el tràfic dels receptors AMPA o també activar reguladors transcripcionals i provocar canvis a llarg termini, encaminats a reforçar la sinapsi.

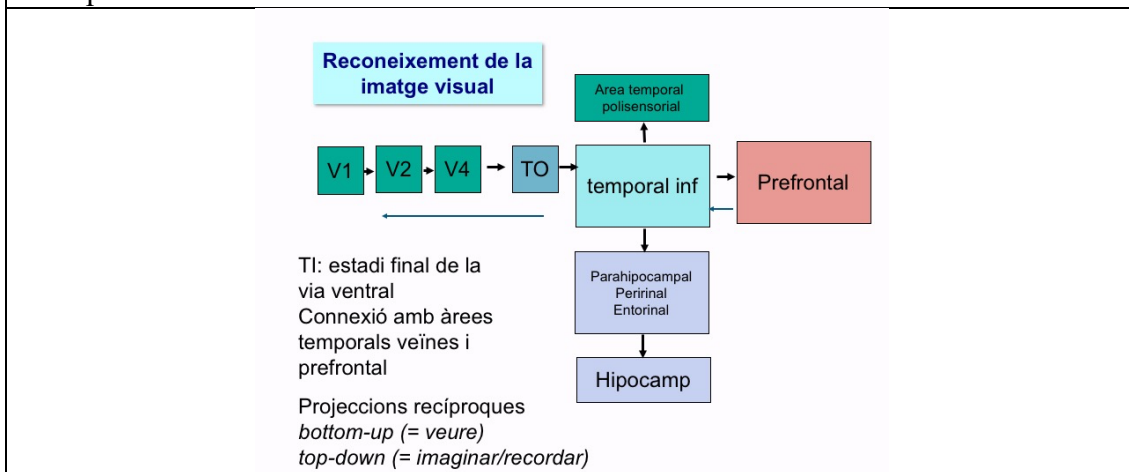
Per contra, la mateixa colateral de Schaffer, si rep un tren d'estímuls a baixa freqüència i durant un període llarg de temps, patirà LTD. En aquest cas, hi ha una baixa concentració de calci entrant en la terminal postsinàptica, que provoca l'activació de fosfatases, que internalitzarien receptors AMPA i debilitarien la transmissió sinàptica. Aquest fenomen podria evitar la saturació de la nostra capacitat d'aprenentatge i també permetria flexibilitat. Al capdavant, tant important és tenir al capacitat de recordar... com d'oblidar.

• Recuperació

Recuperar i utilitzar la informació emmagatzemada. Es construeix, s'integra... per tant, es pot distorsionar (igual que passa amb la percepció).

En el procés de recuperació, serà més fàcil reconèixer (quan l'input sensorial està present) que recordar (quan l'input sensorial que havia creat la memòria no està present). Les xarxes neuronals on hem emmagatzemat la memòria es poden activar per l'estímul sensorial que l'havia creada, però també per activació d'altres representacions corticals o per inputs del medi intern.

Recuperació de la memòria



Cal pensar que els circuits corticals tenen projeccions recíproques, bidireccionals. Així, quan reconeixem un objecte visual, s'activa primer el còrtex primari i es va ascendint cap a còrtex cada vegada més abstractius (més associatius- activació de baix a dalt). Per contra, quan imaginem/recordem un objecte, activaríem els mateixos circuits que s'havien activat originàriament per reconèixer l'objecte en qüestió, però en ordre invers (de dalt a baix). TO: temporo-occipital. TI: temporal inferior.

LLenguatge

És important definir el concepte llenguatge i diferenciar-lo de la veu i la parla.

Veu i parla: la laringe, mitjançant les cordes vocals i amb ajuda del sistema respiratori, ens permet produir la veu. El tracte vocal i l'aparell articulador modularà aquesta veu per produir la parla.

Llenguatge: Funció cognitiva que permet associar símbols arbitraris amb significats específics per expressar-los. Permet expressar els pensaments i les emocions mitjançant la parla o l'escriptura. És un dels màxims exponents de l'elevada capacitat abstractiva dels humans.

El control de la veu i la parla és bàsicament motor i implica el control dels músculs implicats en l'articulació, fonació i respiració. Així mateix, una bona coordinació

muscular també demana integritat del cerebel: una persona que tingui una lesió al cerebel no podrà articular bé ja que no serà capaç de seqüenciar tots els músculs implicats en l'articulació (disàrtria)

És important diferenciar una disàrtria (incapacitat per articular bé) i una afàsia. En les [afàsies](#) el problema és a nivell cognitiu, no s'afecta la veu o la parla sinó la nostra capacitat cognitiva per parlar (el que anomenem llenguatge).

El **llenguatge** és l'instrument més avançat i efectiu per adaptar-se a l'ambient social. És una de les expressions de l'elevada capacitat del simbolisme i la abstracció del còrtex humà.

En els animals superiors, el substrat neural per a la comunicació s'expandeix gràcies a l'aparició del llenguatge i d'una major representació cortical de les emocions, els quals permeten l'expressió social.

1. Expansió del sistema límbic i paralímbic (còrtex medial, cingulat i orbital del lòbul frontal): comunicació instintiva i emocional, major expressivitat.
2. Expansió del neocòrtex (sobretot del còrtex frontal, encarregat de seqüenciar els actes motors i l'ordenació de paraules)

Elements clau del llenguatge:

- La sintaxi és la capacitat d'organitzar temporalment el llenguatge per donar-li sentit i està regulat pel lòbul frontal, que és l'organitzador temporal i seqüenciador (àrea de Broca).
- Desenvolupament del neocòrtex i [lateralització dels hemisferis](#) amb la finalitat d'especialitzar cada hemisferi amb algunes funcions (que serien dominants). Avui en dia no es considera que hagi un hemisferi que domina sobre l'altra, sinó una especialització de cada hemisferi per algunes funcions.

Lateralització hemisfèrica
No tenim un hemisferi dominant, tenim una lateralització d'algunes funcions cognitives per especialitzar cada hemisferi i optimitzar recursos. Per tant, sí que podem parlar que hi ha dominància per algunes funcions a cada hemisferi. Es considera que aquestes dominàncies es donen en el 95% de la població, l'altre 5% les presentarien a la inversa. - Dominància més comú de l'hemisferi dret: còrtex d'associació parietal (percepció) - Dominància més comú en l'hemisferi esquerre: còrtex frontal (Broca) i còrtex temporal (que pot estendre's a parietal; Wernicke). Àrees clau per al llenguatge. Ara bé, a nivell del còrtex no dominant, les àrees del llenguatge estarien implicades en la prosòdia (entonació, emotivitat del llenguatge). Una lesió d'aquestes àrees no provocaria pèrdua de la capacitat d'expressar o produir el llenguatge, però sí de donar-li un component emocional (es parlaria amb veu monòtona i sense cap tipus d'entonació o emoció). Per tant, encara que podem parlar d'un hemisferi dominant pel llenguatge, no tots els components del llenguatge són exclusius d'aquell hemisferi
Cervell escindit
Estudis pioners de Sperry, Gazzaniga i col·laboradors van permetre demostrar la lateralització del llenguatge i la seva predominança en l'hemisferi esquerra en la major part de la població. Van estudiar pacients que, degut a epilèpsies intractables farmacològicament i molt invalidants, havien optat per una cirurgia que escindia els dos hemisferis (mitjançant la secció del cos callós i la substància blanca anterior). Aquests pacients no tenien afectada l'estereognòsia (capacitat de reconèixer un objecte amb la somestèsia). Si se'ls posava un objecte a la mà dreta i se'ls demanava que el reconeguessin mitjançant el tacte, els pacients podien verbalitzar sense problemes quin objecte tenien sobre la mà. Per contra, quan se'ls demanava el mateix exercici amb la mà esquerra, no eren capaçes de verbalitzar-ho. A partir d'aquí, van concloure que l'hemisferi dret era mut (és a dir, no tenia capacitat de llenguatge o la tenia molt limitada). A tenir en compte que la somestèsia té representació cortical contra lateral i, per tant, qui reconeix mitjançant tacte l'objecte de la mà esquerra, és l'hemisferi dret.

Pregunta: Creus que si li haguessin demanat al pacient que hagués tancat l'ull dret, haguessin observat el mateix fenomen? (És a dir, ¿el pacient hauria pogut verbalitzar “què” veia?). Pensa-ho bé!

Tenim dues grans àrees del llenguatge, corresponents a còrtex de tipus associatiu. Una seria de tipus perceptiva (**àrea** sensorial o de **Wernicke**) i l'altra seria de tipus executiva (**àrea** motora o de **Broca**). Aquestes dues àrees es poden considerar una prolongació del còrtex associatiu perceptiu i del còrtex associatiu executiu. Així, en la conjunció dels tres lòbuls que contribueixen al còrtex associatiu perceptiu (occipital, temporal i parietal), trobem l'àrea de Wernicke que sustenta els aspectes semàntics (simbòlic, significat) del llenguatge. Ens permet comprendre el llenguatge i les paraules, és de tipus sensorial.

Si bé no es considera anatòmicament còrtex prefrontal, l'àrea de Broca es pot englobar dins de l'àrea associativa anterior, es localitza també al lòbul frontal i sustenta els aspectes productors del llenguatge. Té funció executiva i es considera l'àrea productora del llenguatge, sustentant aspectes sintàctics o d'ordenació i estructuració del discurs. A l'igual que el còrtex pre-frontal, té la capacitat de seqüenciar temporalment les accions (seria la base de la sintaxis).

Lesions d'alguna d'aquestes dues àrees cursen amb [afàsies](#), on hi ha una afectació del llenguatge.

De totes maneres, actualment es considera una visió simplista pensar que tot el nostre llenguatge està focalitzat en només dues àrees. Si bé no es discuteix el seu paper fonamental en el llenguatge, sembla clar que una funció tan complexa com aquesta necessita també una extensa activació cortical i una molt bona integració entre diferents àrees. Per tant, és indiscutible que una bona anàlisi de l'estructura gramatical és difícil sense l'àrea de Broca. Els circuits a l'àrea de Broca estan implicats en la conjunció de fonemes per fer paraules i la conjunció de paraules per fer sentències (aspectes relacionats del llenguatge: estructura gramatical de les frases i us adequat del vocabulari i dels verbs), però aquestes funcions demanen activació de regions més extenses (àrees laterals del lòbul frontal, còrtex parietal i àrees sensoriomotors, així com parts dels ganglis basals). Per altra banda, l'Àrea de Wernicke és part del sistema que associa la parla amb els conceptes, però necessita moltes estructures del cervell relacionades amb gramàtica, atenció i coneixement (la font de significat de les paraules en les sentències). De fet, lesions a nivell del còrtex associatiu temporal poden provocar defectes severos en la capacitat d'anomenar objectes concretes o de categories concretes (no, en canvi, d'accions).

Finalment, la visió més moderna també apunta a que aquestes àrees estan organitzades per processar símbols relacionats amb la comunicació social més que amb el llenguatge verbal pròpiament (de fet, el llenguatge de símbols que utilitzen els sords també seria processat en aquest còrtex)

Afàsies

Afàsia de Broca: alteracions en l'organització del llenguatge (gramàtica i sintaxi), pèrdua de fluïdesa

El pacient amb una lesió a l'àrea de Broca serà capaç d'entendre'ns però quan hagi de comunicar-se tindrà dificultats per ordenar les paraules. Amb una mica d'esforç el seu discurs pot arribar a ser comprensible.

Afàsia de Wernicke: Problemes a relacionar objectes i idees i les paraules que els donen significat: parla estructurada i fluïda però sense sentit

L'afàsia de Wernicke genera problemes per relacionar objectes i idees amb les paraules que li donen significat. El seu discurs és estructurat però sense sentit.

El pacient amb una lesió a l'àrea de Wernicke pot fer servir una sintaxi perfecta i fins i tot inventar paraules, però no tindran cap tipus de sentit. Per tant, les lesions en aquesta àrea es poden considerar més incapacitants que les de Broca.

Jerarquia de les àrees del llenguatge

L'àrea de Wernicke es pot considerar jeràrquicament superior a l'àrea de Broca (en termes d'abstracció), ja que és l'àrea que dona significat als conceptes i determina l'elevada capacitat abstractiva i simbòlica que tenen els humans. De fet, és obvi que les afàsies de Wernicke són molt més invalidants que les de Broca. No obstant, l'àrea de Broca no només és una àrea motora, també és una àrea que, seqüenciant temporalment el llenguatge, ajuda a donar-li significat. Els pacients amb afàsies de Broca poden entendre el significat general del llenguatge, sempre i quan aquest sigui simple i no hagi moltes subordinacions. Quan les frases es compliquen i l'ordre de les paraules és determinant per al seu significat, aquí els afàsics de Broca ja tindran més problemes.

La poma que la nena menja és verda. → Qui és verda: la poma o la nena? La nena menja la poma o la poma menja la nena?

La nena que la dona està perseguint és alta. → És alta la dona o la nena? Qui persegueix a qui?

Òbviament, depenent de l'extensió de la lesió, així com de l'afectació o no d'àrees adjacents, les afàsies seran més o menys severes i podran cursar amb més o menys grau d'invalidesa. Degut a la [lateralització](#) del llenguatge, el costat afectat també serà crucial per determinar la severitat i el quadre clínic.

Llenguatge i desenvolupament cortical

Els humans no naixem amb la capacitat de comunicar-nos mitjançant el llenguatge, és una funció que s'ha de desenvolupar al llarg de la vida. De fet, es parla d'un període crític per l'adquisició del llenguatge, que alguns autors apunten que aniria des del naixement fins a la pubertat (quan es considera que el llenguatge arriba a la seva maduresa) o fins als set anys (perquè hi ha estudis que apunten que fins a aquesta edat, els nens podrien aprendre una segona llengua amb facilitat i arribar a masteritzar-la com si fos la nativa). No obstant, sota el concepte de període crític pel llenguatge es barregen dos conceptes:

1. Importància d'exposar-se al llenguatge durant aquest període crític per tal de poder desenvolupar aquesta funció cognitiva
2. Capacitat d'aprendre una segona llengua i arribar a masteritzar-la com si fos la nativa.

Òbviament, estudiar el primer punt és molt complicat. Es compta amb casos comptats de nens salvatges (coneguts també com a nens fers) que van criar-se semi-abandonats o en condicions socials pèssimes i no van ser exposats a cap tipus de llenguatge durant anys. No tots ells van aconseguir desenvolupar un llenguatge ple quan van ser re-sociabilitzats. Pel que fa al segon punt, és tema de debat a partir de quina edat el procés d'aprenentatge d'una segona llengua es fa complicat i difícilment s'assolirà el nivell de la nativa. El tema encara és controvertit.

Desenvolupament del llenguatge

Escollar el llenguatge canvia el cervell dels nens des d'etapes molt primerenques, i l'afectarà per la resta de la vida. Per altra banda, es proposa que el patró d'adquisició del llenguatge en els nens és universal. Inicialment tenen la capacitat de percebre patrons universals de llenguatge i de produir-los. Durant el primer any, s'han exposat a un llenguatge i poden reconèixer paraules, encara que no les entén. Als 12 mesos, solen entendre unes 50 paraules i han començat a produir parla semblant a la nativa. Als 3 anys coneixen uns 1000 paraules (70 000 en l'adult), creen sentències llargues i poden conversar

Entre els 6-12 mesos es descriu un període sensible a l'aprenentatge fonètic, però on seria important també la interacció social i no només l'exposició al llenguatge (per exemple, veure la tele no seria tan eficient com tenir una persona al costat que et parli en la llengua en concret).

Està clar que els nens adquireixen llenguatge més fàcilment que els adults tot i tenir menor capacitat cognitiva. Aquesta habilitat aniria minvant amb els anys. Es proposa que l'aprenentatge de la llengua mare provoca un compromís neural que interferirà, en el futur, en l'aprenentatge d'un segon llenguatge. El compromís neural també es donarà a nivell de circuits motors (la pronunciació en una llengua pot interferir en com es pronuncia una altra: el que coneixem com a "accent").

I els bilingües de naixement? En aquest cas, el cervell es comprometria amb les dues llengües a la vegada i, per tant, no hauria interferències entre elles.

Aquesta major capacitat d'aprenentatge d'una llengua durant els primers anys de vida ha portat a defensar la tesis d'un període crític del llenguatge en l'adquisició d'una llengua. No obstant, altres autors consideren que aquest període crític no té una finestra clara, perquè els humans tenen la capacitat d'adquirir noves llengües (aprendre idiomes) durant tota la vida, i que alguns adults podrien arribar a masteritzar una nova llengua com si fos la nativa.

CERVELL I GÈNERE

Al contrari que en altres òrgans, que presenten dimorfisme sexual, en el cervell s'han descrit poques diferències entre sexes (de fet predominen les similituds), i no està clar que puguin explicar diferents habilitats cognitives i de temperament entre homes i dones. Les diferències estan principalment relacionades amb les regions relacionades amb les respostes sexuals (esperable, ja que la reproducció en homes i dones és diferent) i el fet que els cossos d'homes i dones són diferents (per tant, hi haurà diferències a nivell dels mapes somatosensorials i motors). Tot i això, l'estereotip de *cervell masculí* i *cervell femení* està molt estès a la nostra societat. No obstant, és controvertit afirmar que el nostre sexe al néixer determinarà el gènere del nostre cervell. És força més probable que el gènere del nostre cervell, si de cas el cervell té gènere, vingui principalment determinat per la societat on vivim.

Us deixo tres cites del llibre de Gina Riponn, [The Gendered Brain](#), que ens convida a reflexionar al respecte.

The Gendered Brain (Gina Riponn)

Sinopsis a <https://www.nature.com/articles/d41586-019-00677-x>

"A gendered world will produce a gendered brain"

"(...)Our brains are plastic and malleable and this has significant implications for our understanding of how entangled our brain is with the environment."

"We know that, even in adulthood, our brains are continually being changed, not just by the education received, but also by the jobs we do, the hobbies we have, the sports we play. (...) Supposing these brain-changing experiences are different for different people, or groups of people? If, for example, being male means that you have much greater experience of constructing things or manipulating complex 3D representations (such as playing with Lego), it is very likely that this will be shown in your brain. Brains reflect the lives they have lived, not just the sex of their owners."

Bibliografia especialitzada

- Benarroch EE, *Mayo Clinical Medical Neurosciences* (5th Ed) Mayo Clinical Scientist press, 2008.
- Domínguez-Borràs J & Vuilleumier P. *Amygdala function in emotion, cognition, and behavior*, capítol 21 del *Handbook of Clinical Neurology*, (Vol. 187 The Temporal Lobe), Elsevier, 2022.
- Fuster JM. *Cortex and mind: unifying cognition*. Oxford University press 2002.
- Kandel E. *Principles of Neural Sciences* (4th, 5th, 6th Edition) McGraw Hill 2000, 2013, 2021.
- Purves D. *Neurosciences* (4th, 5th Edition) Ed Panamericana, 2008, 2011. New edition: Augustine (7th Ed) Ed Panamericana 2023.
- Riponn G. *The gendered brain*, Ed Random House 2020.