

# Neuropsicologia de la percepció

Mercè Jodar Vicente  
Diego Redolar Ripoll

PID\_00185277



*Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>*

# Índex

<b>Objectius</b> .....	5
<b>1. Fisiologia dels sistemes sensorials</b> .....	7
1.1. La transducció .....	8
1.2. Processament subcortical .....	10
1.3. Escorça i reorganització sensorial .....	13
1.3.1. Escorça sensorial primària .....	13
1.3.2. Reorganització cortical .....	16
1.3.3. Escorça d'associació .....	19
<b>2. Les agnòsies</b> .....	24
2.1. Agnòsia visual .....	25
2.1.1. Agnòsia visual per als objectes .....	26
2.1.2. Prosopagnòsia .....	29
2.1.3. Agnòsia per als colors .....	31
2.2. Alteracions visuoespacials i visuoconstructives .....	33
2.2.1. La síndrome de Balint .....	34
2.3. Agnòsia auditiva .....	36
2.3.1. Sordesa pura de paraules .....	36
2.3.2. Agnòsia auditiva per a sons .....	37
2.3.3. Amúsia .....	38
2.4. Somatoestèsies i somatognòsies .....	42
2.4.1. Agnòsia tàctil .....	42
2.4.2. Asomatognòsies .....	43
2.5. Agnòsia olfactiva .....	46
2.6. Ceguesa cortical .....	47
<b>3. L'agnòsia en la patologia neurològica</b> .....	48
<b>Bibliografia</b> .....	49



## Objectius

Els objectius d'aquest mòdul són els següents:

- 1.** Entendre què és la transducció sensorial.
- 2.** Conèixer com es transmet la informació sensorial al sistema nerviós central.
- 3.** Familiaritzar-nos amb el processament subcortical de la informació sensorial.
- 4.** Conèixer l'organització de l'escorça sensorial primària.
- 5.** Entendre la representació i l'organització de les àrees d'associació sensorial.
- 6.** Conèixer els principals trastorns de la percepció i la seva relació amb el funcionament cerebral.
- 7.** Saber identificar una agnòsia visual i entendre el mecanisme cerebral que la produeix.
- 8.** Conèixer què és una prosopagnòsia i quins són els mecanismes cerebrals que la produeixen.
- 9.** Conèixer quines són les principals alteracions en la percepció del color produïdes per una lesió cerebral.
- 10.** Conèixer l'existència d'alteracions del reconeixement auditiu que s'expliquen per una alteració en la percepció dels sons.
- 11.** Aprendre què són les somatoestèsies i les somatognòsies.



## 1. Fisiologia dels sistemes sensorials

Per poder interaccionar amb un medi que fonamentalment resulta canviant, l'evolució ens ha dotat de diferents mecanismes biològics sensibles a diversos tipus d'energia. Es tracta dels denominats *sistemes sensorials*. Aquests sistemes ens permeten recollir informació de l'entorn, cosa que, en última instància, possibilita la nostra supervivència i la perpetuació de l'espècie. Hi ha diferents tipus d'energia estimular que els nostres sistemes sensorials poden detectar: ones electromagnètiques (llum), ones sonores, calor, forces mecàniques, pressió, química, etc. Aquesta informació ha d'arribar necessàriament al nostre sistema nerviós per poder modificar la nostra conducta i possibilitar una interacció adaptativa al medi.

La unitat estructural i funcional del cervell són les neurones i les cèl·lules glials. Es calcula que hi ha prop de cent bilions de neurones en el sistema nerviós humà i unes deu vegades més de cèl·lules glials. Les neurones són unes cèl·lules especialitzades que reben, processen i transmeten la informació amb gran especificitat i exactitud, la qual cosa permet la comunicació entre diferents circuits i sistemes. Per a això, aquestes cèl·lules nervioses han de tenir unes propietats químiques i elèctriques determinades que puguin possibilitar els processos de transmissió de la informació. Es conjuguen, per tant, dos tipus de senyals:

- Els mecanismes de comunicació i senyalització elèctrics que serveixen per a transmetre la informació d'una part a una altra dins de la mateixa neurona (potencials locals i potencial d'acció).
- Els mecanismes químics que són utilitzats per a transmetre la informació entre cèl·lules diferents (alliberament de la substància transmissora o neurotransmissor).

En definitiva, la capacitat de comunicació entre les neurones es produeix gràcies a la generació i transmissió de senyals elèctrics. La potencialitat per a originar senyals elèctrics es deu a les propietats particulars que presenten les membranes cel·lulars de les neurones. Les neurones utilitzen aquests senyals elèctrics per a comunicar-se entre ells, atès que les seves membranes són capaces de transformar aquests senyals de manera que puguin ser transmesos a altres neurones. Els contactes funcionals entre les neurones es denominen *sinapsis*. L'espai extracel·lular que separa físicament les dues neurones que estableixen contacte es denomina *espai sinàptic*.

Gràcies a les sinapsis, les neurones s'activen, s'inhibeixen o sofreixen modificacions de la seva activitat. La majoria dels contactes sinàptics en el sistema nerviós dels mamífers són de naturalesa química, de manera que s'allibera

una substància química, denominada *neurotransmissor*, des del botó axònic d'una neurona, perquè s'uneixi en unes localitzacions especialitzades d'una altra neurona, denominades *receptors*. Les neurones que alliberen el neurotransmissor es denominen *neurones presinàptiques*, mentre que les neurones que reben la informació (és a dir, el neurotransmissor s'hi uneix en els receptors) es denominen *neurones postsinàptiques*. Òbviament, les neurones postsinàptiques es poden convertir en presinàptiques si, al seu torn, transmeten informació a altres (és a dir, si alliberen la substància transmissora des dels seus terminals axònics).

Arribats a aquest punt, una qüestió que cal plantejar-se és la següent: si la comunicació en el sistema nerviós es produeix a partir de canvis en l'activitat elèctrica de les neurones, com diferents tipus d'energia estimular poden influir sobre l'activitat del cervell? Perquè la informació de la llum, les ones sonores o les forces mecàniques puguin influir sobre la nostra conducta s'hauran de transformar en canvis elèctrics neuronals.

En primer lloc, hi ha un sistema preneural que recull, filtra i amplia l'energia de l'entorn (estímul sensorial) perquè pugui interactuar de manera efectiva amb les cèl·lules receptores sensorials. Per exemple, en el cas de l'audició, el pavelló de l'orella recull les ones sonores de l'exterior i penetren pel canal auditiu extern per fer vibrar la membrana timpànica amb una freqüència i amplitud proporcionals a la freqüència i intensitat de l'ona sonora. El martell connecta amb la membrana timpànica i transmet les vibracions per l'enclusa i l'estrep a la còclea (l'estructura que conté els receptors). Les vibracions es transmeten a un medi líquid en la còclea, i afecten dues membranes del seu interior que sofreixen una deflexió.

Una vegada l'estímul sensorial ha pogut interaccionar amb les cèl·lules receptores hi genera un canvi elèctric (per exemple, en els fotoreceptors de la retina, en els mecanoreceptors de la pell, etc.); aquest canvi modificarà la taxa de resposta de les neurones sensorials (freqüència d'impulsos nerviosos), codificarà la informació sensorial i la transmetrà a diferents regions del sistema nerviós central, on es processarà, s'integrarà i s'interpretarà la informació sensorial.

Cada modalitat sensorial proporciona a l'organisme la informació derivada d'una manera específica d'energia crucial per a poder-se desenvolupar en el nínxol ecològic que ocupa l'espècie.

### 1.1. La transducció

Cada receptor sensorial pot respondre a un estret rang de valors d'un tipus específic d'energia, que és el que denominem *estímul adequat per a cada receptor*. El primer que hem de tenir present és que el receptor sensorial pot ser una cèl·lula no neuronal especialitzada (fotoreceptors de la retina –visió–, cèl·lules



dels botons gustatius –gust–, cèl·lules ciliades de l'aparell vestibular –equilibri– i de la còclea –audició–) o una neurona sensorial (propioceptors, interoreceptors, receptors cutanis, receptors olfactoris). Tant si l'estimulació sensorial incideix directament sobre una cèl·lula no neuronal especialitzada com si ho fa sobre una neurona sensorial, l'efecte de l'estimulació generarà una modificació de potencial elèctric similar al que succeeix en les neurones postsinàptiques quan la presinàptica allibera el neurotransmissor.

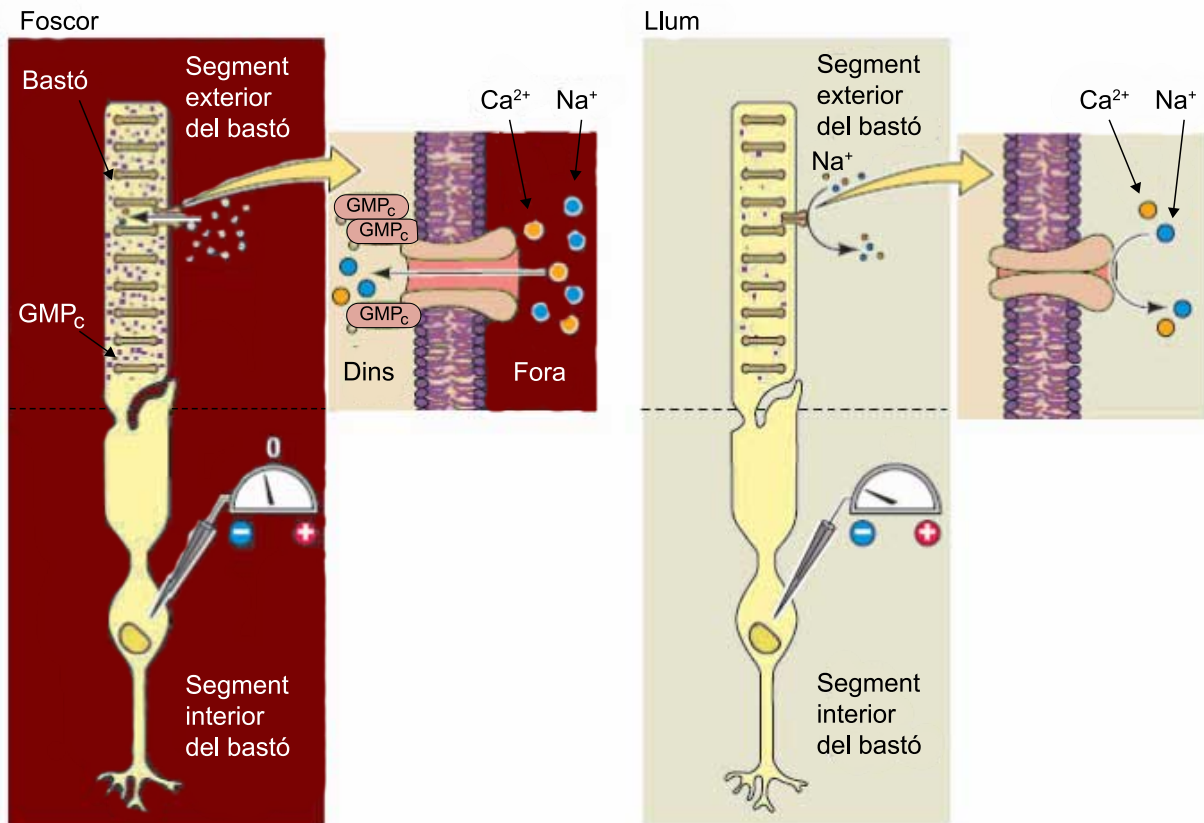
### **Modificació en la freqüència de resposta**

En alguns sistemes sensorials, l'activació dels receptors sensorials no genera potencials d'acció en les neurones sensorials, sinó una modificació de la seva taxa de resposta. Per exemple, en el cas del sistema visual, l'estimulació dels fotoreceptors provoca una modificació en la freqüència de resposta de les cèl·lules ganglionars de la retina. Les cèl·lules ganglionars són neurones sensorials que es troben constantment activades.

El denominador comú de la transducció sensorial és un canvi en la permeabilitat de membrana de la cèl·lula receptora produït per l'energia de l'estímul sensorial, de manera que l'efecte de l'estímul modifica el potencial de membrana del receptor i, en última instància, genera potencials d'acció en les neurones aferents que porten informació cap al sistema nerviós central. Per tant, podem dir que la transducció comença amb una modificació en el potencial de repòs generada en un receptor sensorial per l'energia d'un estímul determinat.

Aquesta modificació en el potencial sol ser una despolarització graduada (a excepció dels fotoreceptors de la retina, en els quals es produeix una hiperpolarització). En cas que la cèl·lula receptora sigui de tipus neuronal, si el canvi elèctric en el potencial arriba al llindar de resposta, es generarà un potencial d'acció en el seu axó. En cas que la cèl·lula receptora sigui especialitzada (no neural), la modificació del potencial necessitarà afectar el potencial de membrana de la neurona sensorial amb la qual estableix sinapsis perquè la informació es transmeti cap al sistema nerviós central.

Els mecanismes subjacents a la transducció sensorial són bastant complexos i diferencials per a cada tipus de receptor sensorial. De manera habitual, el potencial receptor apareix per l'obertura i/o el tancament de diferents canals iònics de manera directa o mitjançant sistemes de segons missatgers.



Els mecanismes implicats en la transducció sensorial són molt variats depenent del tipus de receptor sensorial. Per exemple, en el cas dels bastons (un tipus de fotoreceptor), l'estimulació per part de l'energia lumínica d'un fotopigment denominat *rodopsina* genera l'activació d'una proteïna G denominada *transducina*. Aquesta proteïna G activa, per la seva banda, l'enzim fosfodiesterasa, el qual inactiva el  $\text{GMP}_c$  i el converteix en  $\text{GMP}$ , i provoca el tancament de canals iònics de  $\text{Na}^+$ , hiperpolaritzant la membrana.

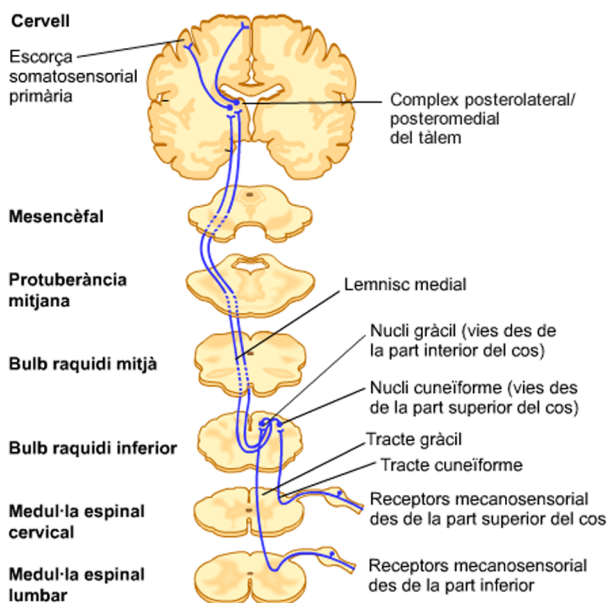
La **transducció sensorial** és el procés de transformació dels diversos tipus d'energia (estimulació sensorial) en impulsos nerviosos duta a terme pels receptors sensorials.

## 1.2. Processament subcortical

A partir que diferents tipus d'energia del medi en el qual ens movem activen els receptors sensorials i això genera canvis en els potencials d'acció de les neurones sensorials (de manera indirecta o de manera directa, tal com acabem de veure), la informació serà enviada al sistema nerviós central pels nervis cranials i espinals. Per exemple, en el cas de la transmissió de la **informació tàctil** del nostre braç, el soma de la neurona sensorial es troba situat en el gangli de l'arrel dorsal i envia el seu axó a la medulla espinal. Aquest puja per les columnes blanques dorsals (sistema lemniscal) i estableix sinapsis amb una segona neurona al nivell del bulb raquidi (nucli de la columna dorsal). L'axó d'aquesta segona neurona creua cap al costat contralateral del cos i estableix contacte amb una neurona talàmica.

En el cas del **sistema visual**, les cèl·lules ganglionars de la retina envien el seu axó pel nervi òptic per a arribar al nucli geniculat lateral del tàlem (a més d'enviar la informació en menor mesura a l'hipotàlem –regulació dels ritmes circadianis–, a la regió pretectal –control del reflex de la pupil·la i el cristal·lí– i al col·licle superior –moviments d'orientació del cap i dels ulls–). En el cas del processament de la **informació auditiva**, la informació provinent del nervi auditiu arriba als nuclis coclears del bulb raquidi i transcorre per diverses vies paral·leles, i acaba (pel que fa al processament subcortical) al nucli geniculat medial del tàlem. La informació del gust és enviada per tres nervis cranials (facial –VII–, glossofaríngi –IX– i vague –X–) fins al nucli del tracte solitari per a arribar des d'aquí a les neurones del nucli ventral posteromedial del tàlem, de l'hipotàlem lateral i de l'amígdala.

L'excepció de l'esquema la constitueix el **sistema olfactori**, ja que la resta de sistemes sensorials passen primer pel tàlem abans d'arribar a l'escorça. En el cas del sistema olfactori, els axons de les cèl·lules receptores estableixen contacte amb els plomalls dendrítics apicals de les cèl·lules mitrals i les prolongacions de les cèl·lules periglomerulars a l'interior dels glomèruls. Els axons de les cèl·lules mitrals arriben a diferents regions cerebrals pels tractes olfactoris. Alguns d'aquests axons creuen cap al costat contralateral del cos i acaben al bulb olfactori contralateral, mentre que d'altres acaben a diferents regions del prosencèfal del mateix costat del cos. Els axons del tracte olfactori projecten directament a l'escorça piriforme, a l'escorça entorínica i a l'amígdala. De l'escorça piriforme s'envia la informació a l'hipotàlem i a l'escorça orbito-frontal (i hi arriben pel nucli dorsomedial del tàlem), de l'escorça perirínica a l'hipocamp i de l'amígdala a l'hipotàlem.



Representació esquemàtica del sistema lemniscal. El soma de la neurona sensorial es troba situat al gangli de l'arrel dorsal i envia el seu axó a la medulla espinal. Aquest puja per les columnes blanques dorsals i estableix sinapsis amb una segona neurona en l'àmbit del bulb raquidi (nucli gràcil i nucli cuneiforme). L'axó d'aquesta segona neurona creua cap al costat contralateral del cos i estableix contacte amb una neurona talàmica.

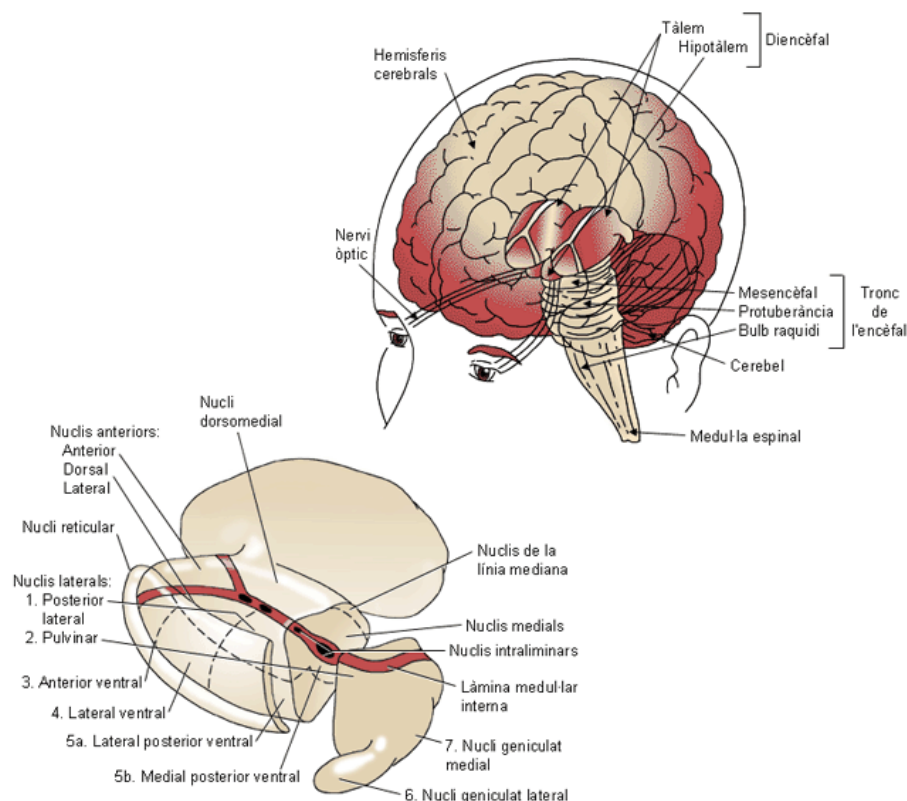
Podem dividir el processament de la informació sensorial que té lloc en el sistema nerviós central en dues classes clarament diferenciades:

- El processament subcortical.
- El processament cortical.

En la major part dels sistemes sensorials, el processament de la informació proporcionada pels senyals neurals iniciats a partir del receptor comença en diverses estructures subcorticals abans d'arribar a l'escorça cerebral. Aquí és on es creu que té lloc la percepció.

L'estructura subcortical principal del processament de la informació sensorial és el **tàlem**. Tota la informació sensorial, amb excepció de la del sistema olfatori, passa pel tàlem abans d'arribar a l'escorça, concretament, pels nuclis de relleu de la informació sensorial:

- Nucli geniculat lateral (visió).
- Nucli geniculat medial (audició).
- Nucli ventral posteromedial (gust i informació somatosensorial).
- Nucli ventral posterolateral (informació somatosensorial).



Representació esquemàtica de la posició dels tàlem amb relació a la resta de l'encèfal (part dreta de la imatge) i subdivisió del tàlem esquerre en diferents nuclis

Hem de tenir present que el tàlem no és simplement una estació de relleu de la informació sensorial. La informació que arriba al tàlem ho fa d'una manera extremament organitzada; dins d'aquesta estructura tenen lloc una sèrie de connexions intratalàmiques que probablement filtren i modulen la informa-

ció que serà enviada a l'escorça. A més, des de l'escorça i des d'altres regions cerebrals s'envien extenses fibres descendents cap a cadascun dels nuclis de relleu de la informació sensorial del tàlem, probablement modulant i modificant el processament que té lloc en el mateix tàlem.

### **Altres nuclis que processen informació**

Malgrat que el tàlem és la principal estructura de processament subcortical de la informació sensorial, la informació és processada en diferents nuclis del tronc de l'encèfal abans d'arribar a l'escorça. Per exemple, en el cas de l'audició, la informació procedent del nervi auditiu arriba a diferents nuclis del bulb raquidi (nuclis coclears, complex olivari superior, cos trapezoide, etc.) i d'aquí és enviada pel lemnisc lateral al col·licle inferior del mesencèfal per a arribar, finalment, al nucli geniculat medial del tàlem.

El tàlem no és una simple estació de relleu de la informació sensorial, ja que participa activament en el seu processament.

## **1.3. Escorça i reorganització sensorial**

"La suau i càlida brisa marina acariciava la pell de la Maria i li induïa una sensació plaent i reconfortant que evocava records de la seva més tendra infància, quan passava els estius amb els pares a la platja de Sant Sebastià."

Aquesta podria ser la manera de començar una novel·la, en la qual ens imaginem la protagonista, la Maria, estirada a la platja, prenent el sol en un dia no excessivament càlid, i el cos de la qual rep l'estimulació d'una brisa agradable i experimenta una amalgama d'olors provinents de l'aigua del Cantàbric. La informació que rep la Maria pel xoc de la brisa sobre la seva pell és detectada per receptors especialitzats que responen a canvis mecànics en la superfície del cos i és enviada cap al sistema nerviós central. El mateix ocorre quan algú ens acaricia una mà o ens toca l'esquena per avisar-nos. A la pell tenim receptors especialitzats que no sols detecten les carícies o el contacte d'estímuls sobre la pell, sinó que també ens poden informar de la temperatura i fins i tot dels elements nocius que generen una percepció de dolor.

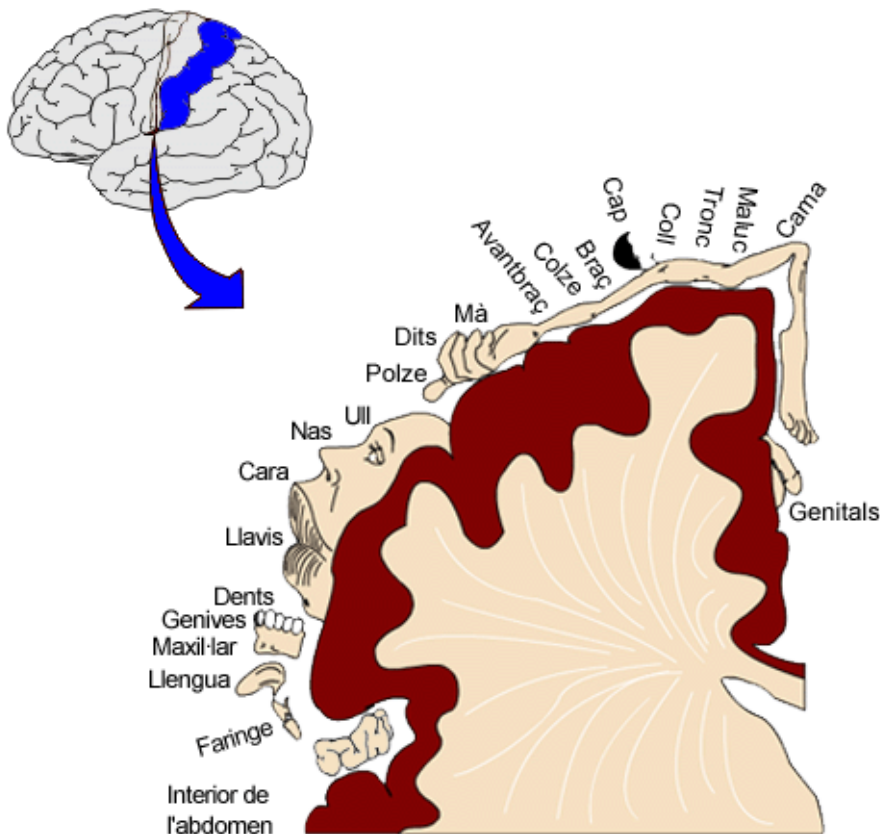
Tota la informació que rebem en la superfície del nostre cos és enviada per diferents connexions a l'escorça cerebral. Aquest tipus d'organització implica que l'escorça s'organitza a semblança del cos. Això comporta que regions que solen treballar de manera conjunta es trobin en una ubicació més propera al cervell, de manera que la informació no ha de recórrer distàncies àmplies.

### **1.3.1. Escorça sensorial primària**

A l'escorça sensorial primària, diferents poblacions de neurones s'encarreguen de processar la informació sensorial que arriba de diferents parts del cos.

Si es dibuixa un mapa de la regió de l'escorça que processa aquesta informació (el que es coneix com una organització somatotòpica de l'escorça cerebral), s'observa que les diferents parts del cos es representen de manera que no guarden les mateixes proporcions que al cos. Hi ha una gran desproporció, de ma-

nera que la grandària de l'àrea cortical dedicada a una regió del cos determinada no obeeix a la seva grandària real, sinó que depèn de la importància funcional d'aquesta part i de la necessitat de precisió quant a la sensibilitat d'aquesta zona. Per exemple, l'àrea cortical és més gran per a les regions de la pell que exerceixen una funció crítica en la discriminació tàctil, ja que necessitem obtenir-ne una quantitat ingent d'informació sensorial de gran precisió que possibiliti un control exacte de la seva mobilitat.



En la dècada de 1930, Wilder Penfield va dur a terme una anàlisi de l'escorça de diferents pacients que estaven a punt de sotmetre's a cirurgia cerebral. Aquest neurocirurgià va descobrir que la regió de l'escorça que processava la informació sensorial i la regió que s'encarregava d'iniciar les ordres motores s'organitzaven d'una manera topogràfica com si es tractés de mapes. En la imatge podem veure la disposició topogràfica de l'escorça responsable de processar la informació del tacte, la temperatura i el dolor, la denominada *escorça somatosensorial primària*. El que va fer Penfield va ser registrar l'activitat elèctrica que mostrava l'escorça després de l'estimulació mecànica de diferents zones del cos. Així mateix, també va estimular elèctricament diferents zones de l'escorça somatosensorial i va analitzar les sensacions tàctils que provocava aquesta estimulació en diferents zones del cos. Font: adaptat de W. Penfield i T. Rasmussen (1950). *The Cerebral Cortex of Man*. Nova York: Macmillan.

El tou dels dits o els llavis presenten una capacitat molt alta de discriminació sensorial. Per això, quan besem altres llavis o quan acariciem una altra pell amb els dits som capaços d'experimentar sensacions molt riques quant a estimulació sensorial. El mateix ocorre amb el moviment: no es necessita la mateixa precisió per a dur a terme el moviment dels dits quan toquem un piano o una guitarra que el moviment que podem inferir al tronc per girar-nos noranta graus.

### Exemple

L'estudiant pot fer un petit experiment de discriminació sensorial. Demanar a algú que li vagi tocant l'esquena amb diversos dits de la mà, de tal manera que entre els dits no hi hagi una separació superior a dos centímetres i les puntes de tots els dits toquin al mateix temps la superfície de l'esquena. Després cal demanar a la persona que vagi variant aleatòriament el nombre de dits que toquen l'esquena i intentar endevinar quants són després de cada prova. El que segurament sorprendrà l'estudiant és que en molts casos

percebrà un sol dit, tot i que l'estiguin tocant amb dos o tres. Si aquest mateix experiment el duiguéssim a terme en una altra part del cos amb més capacitat de discriminació sensorial, la detecció dels dits seria més precisa.

La representació desmesurada a l'escorça sensorial de les diverses regions del cos es troba proporcionalment relacionada amb la densitat de les connexions sensorials que rep de cadascuna. És a dir, les regions del nostre cos que requereixin gran quantitat de connexions i que proporcionin informació detallada necessària per a dur a terme certes funcions tindran més superfície cortical.

Las **àrees sensorials primàries** són les que reben projeccions dels nuclis de relleu de la informació sensorial del tàlem.

L'**escorça somatosensorial primària** es troba al lòbul parietal, concretament a la circumvolució postcentral (just darrere de la cissura o del solc central o de Rolando). Aquesta regió cortical (corresponent a les àrees 3, 1 i 2 de Brodmann) rep informació dels nuclis ventral posterolateral i posteromedial del tàlem. Les neurones de l'àrea 3 reben la majoria de les projeccions talàmiques, mentre que les àrees 1 i 2 reben progressivament menys projeccions talàmiques i més projeccions des de les altres àrees corticals. Tal com acabem de veure, a l'escorça somatosensorial primària observem una organització somatotòpica.

L'**escorça visual primària** es localitza al lòbul occipital (corresponent a l'àrea 17 de Brodmann), en la part més posterior en una visió lateral i ocupa la cissura calcarina en una visió sagital medial. Aquesta regió cortical rep informació del nucli geniculat lateral del tàlem. A l'escorça visual primària observem una organització retinotòpica (podem establir un mapa de la retina en aquesta regió cortical).

L'**escorça auditiva primària**, per la seva banda, es localitza al lòbul temporal (concretament a la regió corresponent a l'àrea 41 de Brodmann). Aquesta regió d'escorça agranular rep informació del nucli geniculat lateral del tàlem. A l'escorça auditiva primària observem una organització tonotòpica (en aquesta regió cortical s'estableix un mapa de tot l'espectre de freqüències audibles).

L'**escorça gustativa primària** es localitza a l'opercle frontal i en una regió de l'ínsula anterior (àrees 36 i 43 de Brodmann). Aquesta regió rep informació del nucli ventral posteromedial del tàlem.

La informació olfactiva, com hem dit, és l'única que no fa un relleu en el tàlem abans d'arribar a l'escorça. L'**escorça piriforme** és el que podríem considerar anàleg a l'escorça sensorial primària en la visió, l'audició i el processament somatosensorial.

L'escorça sensorial primària s'organitza d'una manera modular, de manera que habitualment es mostra un patró d'organització per columnes de neurones amb propietats funcionals similars. Avui dia, els mòduls corticals s'han posat de manifest en els sistemes somatosensorial i visual i, en menor grau, en el sistema auditiu.

### 1.3.2. Reorganització cortical

Les regions que presenten més capacitat de discriminació sensorial, en termes generals, envien més quantitat d'informació que les que tenen una resolució més baixa. No obstant això, hem de tenir present que l'espai que ocupa una part del cos a l'escorça no és immutable ni estàtic. A més, tampoc no s'explica únicament per la densitat de les connexions sensorials que rep. Si una part del cos no es pot utilitzar, la seva representació cortical disminueix de grandària, i també al revés. Per aquest motiu, la grandària de la representació cortical pot variar en funció de l'ús i de l'experiència.

El mateix ocorre en cas de lesions. Quan hi ha una lesió en alguna de les vies o dels sistemes que porten la informació a l'escorça, la regió que queda desproveïda d'entrada d'informació passa a ocupar-se de processar la informació d'altres regions que sí que envien informació a l'escorça sensorial. Per exemple, en un experiment clàssic, Pons i col·laboradors van analitzar l'escorça que rebia informació sensorial en macacos adults. Deu anys abans de l'avaluació havien seccionat les connexions sensorials que arribaven a l'escorça provinents del braç. Aquests autors van demostrar que la representació a l'escorça de la cara s'havia dilatat clarament, de manera que s'eixamplaven cap a la regió de l'escorça que s'havia encarregat prèviament de rebre la informació del braç. De la mateixa manera, Kaas i col·laboradors van descriure la reorganització de l'escorça visual dels animals adults després d'una lesió a la retina, de manera que les regions de l'escorça que rebien la informació de la zona de la retina lesionada processaven ara la informació de les zones de la retina contigües a les lesionades. Així mateix, Jenkins i Merzenich van treure a un macaco adult la regió de l'escorça sensorial que rebia la informació sensorial del palmell de la mà. Aquests investigadors van observar que, temps després de la lesió, les neurones contigües a la regió extirpada rebien ara informació del palmell de la mà.

#### Exemple

L'arquitecte, pintor i escriptor italià Giorgio Vasari (1515-1574) recull en la seva cèlebre obra *Vida dels millors arquitectes, pintors i escultors italians* una col·lecció extensa de biografies de diferents artistes italians. En aquesta obra, Vasari explica que Miquel Àngel va dur a terme el sostre de la Capella Sixtina durant gairebé dos anys seguits de pintura:

"El treball es portava a terme en condicions molt molestes, atès que en Miguel Àngel havia d'estar dret amb el cap estès cap enrere, i la vista se li va debilitar de tal manera que durant diversos mesos només va ser capaç de llegir i mirar els seus esbossos en aquesta posició."

#### Referències bibliogràfiques

- W. M. Jenkins i M. M. Merzenich (1987). Reorganization of neocortical representations after brain injury: a neurophysiological model of the bases of recovery from stroke. *Prog. Brain Res.*, 71, 249-266.
- J. H. Kaas, L. A. Krubitzer, Y. M. Chino, A. L. Langston, E. H. Polley, i N. Blair (1990). Reorganization of retinotopic cortical maps in adult mammals after lesions of the retina. *Science*, 248(4952), 229-231.
- T. P. Pons, P. E. Garraghty, A. K. Ommaya, J. H. Kaas, E. Taub, i M. Mishkin (1991). Massive cortical reorganization after sensory deafferentation in adult macaques. *Science*, 252(5014), 1857-1860.



Aquesta narració constitueix un exemple clar de com l'experiència pot portar a induir una reorganització del cervell adult.

Aquests són alguns dels exemples que podem trobar en la bibliografia científica sobre la reorganització de l'escorça sensorial després d'una lesió del teixit. No obstant això, l'experiència també hi exerceix un paper crític. Imaginem una persona cega que comença a llegir textos en Braille. A mesura que va incrementant la seva experiència amb aquest mètode de lectura, la seva capacitat de discriminació a partir dels tous dels dits augmenta notablement, de manera que acaba sent capaç de llegir pàgines escrites amb aquest sistema.

Paul Bach-y-Rita va ser un dels primers investigadors que va posar en dubte l'afirmació preponderant a mitjan segle XX que les diferents àrees del cervell estaven tan especialitzades que unes no serien mai capaces d'assumir les funcions d'altres. D'aquesta manera, a la fi de la dècada de 1970 Bach-y-Rita, Collins, Saunders, White i Scadden van publicar un treball que semblava trencar moltes barreres i dogmes en la biologia de l'època. Aquests autors mostraven un artefacte que possibilitava que cecs de naixement poguessin veure-hi. Es tractava d'una gran càmera connectada a un aparell que recollia la informació visual de l'entorn i l'enviava a uns estimuladors que es trobaven en una làmina metàl·lica adherida al respall de la cadira on s'asseia la persona cega, de tal manera que la pell de l'esquena de la persona quedava en contacte amb els estimuladors. La informació visual recollida per la càmera feia vibrar els estimuladors que tenia la persona cega adherits a l'esquena i provocava una estimulació tàctil en funció de la imatge captada.

Mitjançant aquest artefacte, les persones eren capaces de distingir objectes, reconèixer cares de persones, etc. A mesura que els pacients van començar a practicar amb l'aparell i es van convertir en usuaris avesats de la màquina, van aconseguir crear-se una percepció del món que els envoltava en tres dimensions. Això resultava en certa manera paradoxal, ja que la càmera captava l'entorn en dues dimensions i els pacients el recreaven en un món tridimensional. Aquest experiment va demostrar que la visió tenia lloc al cervell i no als ulls. Persones que podien veure amb l'esquena.

Hem de tenir present que no sentim les carícies amb la pell, tal com ho feia la Maria que es reconfortava amb la brisa del Cantàbric. Tampoc no som capaços de veure-hi amb els ulls. És el nostre cervell el que s'encarrega que siguem capaços de percebre una carícia, sentir un petó o contemplar un capvespre. Com pot el cervell processar la informació sobre el tacte per a construir imatges? Imaginem-nos una persona cega que surt a fer una passejada acompanyada únicament del seu bastó, mitjançant el qual es guia en l'entorn. Amb la punta del bastó va tocant els objectes contínuament de manera que li proporciona informació somatosensorial mitjançant els receptors de la mà. Usant aquesta informació que li subministra la mà, la persona és capaç de guiar-se pel carrer, ja que construeix un espai mental tridimensional de com estan disposats els elements del context.

#### Referència bibliogràfica

P. Bach-y-Rita, C. C. Collins, F. A. Saunders, B. White, i L. Scadden (1969). Vision substitution by tactile image projection. *Nature*, 221(5184), 963-964.

En el cas de l'experiment de Bach-y-Rita i col·laboradors, la informació facilitada per la càmera era molt més rica que la de la mà d'una persona cega que mou el bastó per orientar-se, ja que depenia directament de la imatge que captava. El cervell dels pacients cecs de Bach-y-Rita havia de descodificar la informació tàctil dels vibradors per tal de poder comprendre les percepcions visuals. D'aquesta manera, l'escorça que processa la informació del tacte s'ha d'ajustar i acomodar a la informació nova proporcionada per la màquina. Aquesta adaptació apunta que el nostre sistema nerviós és modificable i que l'organització funcional de l'escorça no és immutable, és a dir, que pot canviar. Els sistemes sensorials es poden reorganitzar, fins a arribar a possibilitar que les persones cegues hi veiessin amb l'esquena.

Aquests mateixos autors van suggerir que la reorganització sensorial havia d'implicar que la informació somatosensorial (és a dir, l'originària del sentit del tacte i enviada per a processar-se a l'escorça somatosensorial) es reconduís a l'escorça encarregada de processar la informació visual. Per tal de contrastar empíricament aquesta hipòtesi, l'equip d'Álvaro Pascual-Leone va començar a estudiar què succeïa al cervell dels cecs que llegien mitjançant el sistema Braille. No quedava clar si el que possibilitava que una persona invident pogués llegir amb els dits es devia a un augment del mapa sensorial del tacte induït per una reorganització a l'escorça sensorial, o bé es produïa per modificacions plàstiques a l'escorça visual. Per a això, Pascual-Leone va inactivar de manera temporal l'escorça visual dels invidents, mitjançant la inducció d'un corrent al cervell usant un camp magnètic (per mitjà de l'estimulació magnètica transcranial). Els pacients van ser incapaços de llegir amb el mètode Braille després de la inactivació de l'escorça visual. Aquesta troballa suggeria que l'escorça visual s'estava utilitzant per a processar la informació tàctil procedent dels dits dels pacients invidents quan llegien amb el mètode Braille.

### Exemple

Què succeiria si de sobte no tinguéssim informació visual del nostre entorn? Convidem l'estudiant que faci el següent: agafar un drap fosc i embenar-se fortament els ulls, assegurant-se que no li arriba cap brillantor o centelleig; seguidament, asseure's còmodament en una cadira, relaxar-se el màxim possible i parar esment al que succeeix al seu voltant. Al cap d'un temps, començarà a sentir que la resta de modalitats sensorials es comencen a potenciar.

Per què de vegades tanquem els ulls quan duem a terme una acció determinada que, malgrat ser relativament automàtica en la seva execució, implica una motricitat fina? Quan fem això, sentim que fem la tasca amb millor precisió. Per què ho fem? El primer que hem de tenir present és que la vista resulta ser un dels nostres sentits més forts i poderosos. La tendència natural de l'escorça que s'encarrega de processar la informació visual (la que prové de les nostres retines) és analitzar aquest tipus d'informació, encara que arribi en un estat deficient, abans que encarregar-se de processar altres modalitats com el tacte o l'audició.

### Referència bibliogràfica

L.G. Cohen, P. Celnik, A. Pascual-Leone, B. Corwell, L. Falz, J. Dambrosia, M. Honda, N. Sadato, C. Gerloff, M. D. Catalá, i M. Hallett (1997). Functional relevance of cross-modal plasticity in blind humans. *Nature*, 389(6647), 180-183.

Un treball elaborat per l'equip de Pascual-Leone va desvetllar alguns aspectes importants subjacents a l'ús i desús de la informació visual. Aquests autors van embenar els ulls completament a un grup de subjectes voluntaris durant cinc dies. La foscor que experimentessin els subjectes havia de ser completa, ja que qualsevol centelleig o brillantor activaria el sistema visual. Es tractava de bloquejar durant cinc dies el processament visual de l'entorn. El que va succeir va cridar l'atenció de la comunitat científica i de molts mitjans de comunicació. Resulta que després d'aquest període d'absentisme visual experimentat pels subjectes, Pascual-Leone va observar, en analitzar l'escorça dels subjectes experimentals, que la regió encarregada de processar la informació visual (escorça visual) començava a rebre i processar informació d'altres modalitats sensorials com, per exemple, la informació tàctil procedent de les mans dels voluntaris, tal com succeïa amb els invidents que eren capaços de llegir mitjançant l'ús del Braille. Això demostrava la capacitat del cervell per a reorganitzar-se quan es produeix algun canvi estimular a l'entorn del subjecte i que l'escorça visual podia processar informació auditiva i tàctil. Per exemple, les persones que van participar en aquest experiment van explicar que quan percebien un so, algú els palpava o es canviaven de posició en l'espai, podien experimentar percepcions visuals complexes relacionades amb paisatges, cares, petites figures corrent, etc.

Què va succeir en treure les benes a aquests subjectes? Unes hores després d'acabar amb la privació sensorial, l'escorça visual va deixar de processar la informació auditiva i tàctil, la qual cosa va posar de manifest la gran velocitat de la reorganització funcional que pot experimentar l'escorça davant canvis estimuladors en l'entorn.

Avui dia, l'aparell dissenyat per Bach-y-Rita per a veure amb l'esquena resulta ser molt menys enutjós. D'aquesta manera, la càmera, que inicialment recordava una càmera de televisió, s'ha convertit en una microcàmera assemblada en unes ulleres especials. Mentre que la planxa metàl·lica proveïda dels vibradors que se subjectava a l'esquena del pacient s'ha convertit en una làmina d'elèctrodes fina que s'adhereixen a la llengua dels subjectes. Així, ara els invidents són capaços de veure-hi amb la llengua.

Què és el que succeeix al cervell d'una persona cega que comença a utilitzar un conjunt d'elèctrodes posicionats a la llengua per a poder percebre visualment l'entorn que l'envolta? Mitjançant la utilització de diferents tècniques de neuroimatge s'ha pogut comprovar que la informació sensorial captada per la llengua d'aquests pacients acaba essent processada per l'escorça visual, en lloc de ser processada per la somatosensorial, tal com correspondria a la informació provinent d'aquesta part del cos.

### 1.3.3. Escorça d'associació

Podem dividir l'escorça d'associació en dos grups clarament diferenciats:

#### Referència bibliogràfica

L. B. Merabet, R. Hamilton, G. Schlaug, J. D. Swisher, E. T. Kiriakopoulos, N. B. Pitskel, T. Kauffman, i A. Pascual-Leone (2008). Rapid and reversible recruitment of early visual cortex for touch. *PLoS One*, 3(8), e3046.

- Les àrees d'associació unimodals.
- Les àrees d'associació multimodals o heteromodals.

Les **àrees d'associació unimodals** es troben adjacents a les àrees sensorials primàries i duen a terme un processament més complex de la informació, ja que integren normalment diferents característiques de l'estímul (per exemple, el color, la brillantor, la forma, etc., en el sistema visual; el timbre, el to, el volum, etc., en el sistema auditiu). Les àrees d'associació unimodal se solen denominar *àrees sensorials secundàries*.

Les **neurones a les àrees d'associació multimodals** responen a múltiples modalitats sensorials i modifiquen la seva resposta segons diferents circumstàncies. Es tracta de neurones que recullen informació d'altres modalitats sensorials i d'altres regions cerebrals implicades en altres funcions (com, per exemple, l'atenció i la memòria) i que semblen ser les responsables de les funcions cognitives superiors.

L'**àrea somatosensorial secundària (S2)** es localitza en una part de l'opercle parietal, i queda majoritàriament oculta al solc lateral i probablement s'estén fins a l'ínsula. Aquesta àrea rep informació tant de l'àrea somatosensorial primària com també dels nuclis ventral posterolateral i posteromedial del tàlem. És una àrea que està organitzada somatotòpicament, encara que de manera inversa a com ho està l'escorça somatosensorial primària. Les neurones de l'àrea somatosensorial secundària presenten sovint camps receptius bilaterals.

En el cas del sistema visual, de l'escorça visual primària (escorça estriada) s'envia la informació a l'**escorça visual d'associació** (l'escorça extraestriada). Aquesta conté diverses regions, cadascuna de les quals està especialitzada per a processar la informació visual relacionada amb una característica (color, moviment, profunditat, etc.) i presenta un o diversos mapes independents del camp visual. L'esquema del processament de la informació es dona fonamentalment de manera jeràrquica, de manera que s'analitza la informació en una regió i s'envien els resultats a regions que es troben per sobre de la jerarquia perquè en facin una anàlisi posterior.

D'aquesta manera, de l'escorça visual primària (V1) s'envia la informació a la regió V2 (una regió de l'escorça extraestriada que es troba adjacent a V1). A partir d'aquest punt, l'escorça visual d'associació es divideix en dos corrents o vies: el corrent dorsal (regió V7, regió temporal superior medial, regió temporal medial, àrea intraparietal lateral, àrea intraparietal ventral, àrea intraparietal anterior, àrea intraparietal mitjana i àrea intraparietal caudal) i el corrent ventral (regió V3, regió VP, regió V3A, regió V4dV4v, regió V8, complex occipital lateral, àrea facial fusiforme, àrea de lloc de l'hipocamp, àrea corporal extraestriada). El corrent dorsal acaba a l'escorça parietal posterior i s'encarrega fonamentalment de la percepció de la localització espacial (atenció visual, percepció del moviment, percepció de la profunditat, control dels moviments oculars i de les mans per a la manipulació, etc.), mentre que el corrent ventral acaba

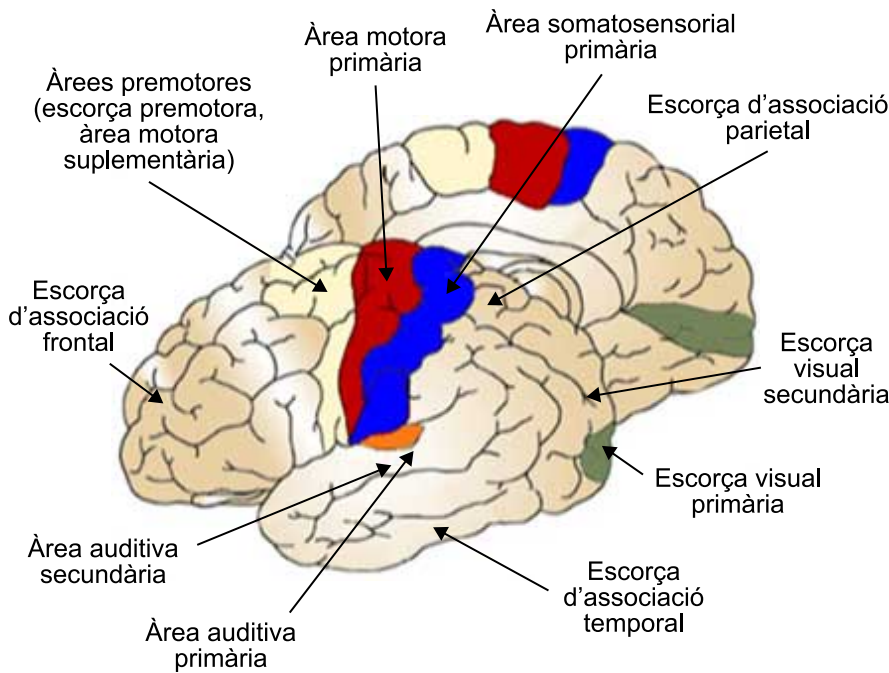
a l'escorça temporal inferior i s'encarrega fonamentalment de la percepció de la forma (reconeixement d'objectes, rostres i llocs, percepció del color, anàlisi de la forma, etc.).

Pel que fa a l'**escorça auditiva d'associació**, el primer nivell queda constituït per la denominada *regió del cinturó* (que, al seu torn, es pot subdividir en set parts), que se situa al voltant de l'escorça auditiva primària. Aquesta regió rep informació tant de l'escorça auditiva primària com del nucli geniculat medial del tàlem. El nivell superior a l'escorça d'associació auditiva queda constituït per la denominada *regió del paracinturó*. Aquesta regió envolta la regió del cinturó i rep informació tant de la regió del cinturó com del nucli geniculat medial del tàlem. En general, podem definir dos corrents o vies: un corrent dorsal que acaba a l'escorça parietal posterior i un corrent ventral que acaba a la regió del paracinturó del lòbul temporal anterior. Sembla que el corrent dorsal es troba implicada en la localització del so, mentre que el ventral ho està en l'anàlisi dels sons complexos.

Tal com hem vist anteriorment, l'escorça piriforme és anàloga al que considerem escorça sensorial primària en el cas dels sistemes somatosensorial, visual i auditiu. L'escorça entorínica seria l'anàleg a l'escorça d'associació sensorial. És necessari tenir present que algunes neurones de l'escorça piriforme també envien projeccions a l'escorça orbitofrontal.

Pel que fa al gust, l'**escorça d'associació sensorial** es troba a l'escorça orbitofrontal caudolateral. Les neurones d'aquesta regió semblen respondre a combinacions d'estímuls gustatius, olfactoris, visuals i somatosensorials.

En algunes de les escorces sensorials secundàries també és possible distingir mapes de representació topogràfica de la informació sensorial; no obstant això, a mesura que augmenta la distància amb relació a l'àrea sensorial primària, resulten menys evidents.



Podem distingir diferents àrees funcionals a l'escorça cerebral: àrees sensorials, àrees motores i àrees d'associació. Les àrees sensorials s'especialitzen en el processament de la informació relacionada amb els diferents sistemes sensorials. D'aquesta manera, una part de l'escorça processarà la informació visual (escorça visual); una altra regió, la informació auditiva (escorça auditiva), i així amb cadascun dels sistemes que reben la informació dels sentits. L'escorça motora és la que s'encarrega de programar els moviments i engegar l'ordre motora. L'escorça d'associació (escorça prefrontal, temporal i parietal posterior) es troba implicada en funcions superiors com el llenguatge, la memòria, l'atenció, les emocions, les funcions executives, etc.

Les **àrees d'associació multimodals** es localitzen fonamentalment a l'escorça prefrontal, a l'escorça parietal posterior i a l'escorça temporal. En aquestes escorces es genera una important convergència d'informació i les àrees d'associació multimodals s'encarreguen d'integrar els senyals que els arriben. Moltes d'aquests senyals provenen dels sistemes sensorials (fonamentalment de les escorces sensorials secundàries), encara que també els arriba informació d'altres àrees d'associació, de l'escorça motora i d'algunes estructures subcorticals com, per exemple, alguns nuclis talàmics (nuclis com el dorsomedial, el lateral posterior i el pulvinar que, al seu torn, reben projeccions de les mateixes àrees o d'altres àrees d'associació). Mentre es produeix aquesta confluència de la informació, aquestes regions poden iniciar una integració de nivell superior al processament que porten a terme les àrees sensorials i motores, i es poden convertir, al mateix temps, en el nexse d'unió entre l'escorça motora i la sensorial.

Entre les diferents àrees d'associació multimodal hi ha un important flux de senyals, tant entre diferents àrees d'un mateix hemisferi com entre les àrees homòlogues de l'hemisferi contralateral. L'escorça d'associació parietal té una importància cardinal en els processos atencionals a estímuls complexos, a més d'aportar les claus motivacionals i sensorials en els moviments dirigits a un objectiu. Per la seva banda, l'escorça d'associació prefrontal sembla important per al raonament i la presa de decisions, exerceix un paper en el processament de la informació emocional i en la memòria de treball; l'escorça prefrontal dorsolateral participa en la selecció de l'estratègia més adequada per a engegar un moviment en funció de l'experiència i en la presa de la decisió d'iniciar-lo.

#### Vegeu també

En el mòdul "Neuropsicologia dels lòbuls frontals" descriurem l'organització de l'escorça motora.

Pel que fa a l'escorça d'associació temporal, tot i que no sembla tenir una funció unitària tan clara com les anteriors, s'ha vinculat amb el processament d'ordre superior de senyals visuals i auditius, amb l'atenció i amb el llenguatge. Tot això de manera genèrica. Al llarg dels diferents mòduls que configuren el material, aprofundirem i puntualitzarem algunes de les implicacions funcionals de les àrees d'associació multimodal.

A les àrees d'associació multimodals els arriba informació de més d'un sistema sensorial, principalment per l'escorça sensorial secundària de cada sistema.

## 2. Les agnòsies

La paraula *agnòsia* prové del grec *a-gnosi*, que significa 'falta de coneixement', i va ser utilitzada per primera vegada per S. Freud l'any 1891 per a referir-se a una alteració en la capacitat de reconèixer un estímul en els pacients en què el problema no es trobava en la capacitat per a trobar el nom dels objectes, sinó en la capacitat per a reconèixer l'objecte com a tal. En definitiva, el terme va ser utilitzat per a referir-se a una alteració en el reconeixement i no en el llenguatge.

L'agnòsia és una alteració en la capacitat per a reconèixer un estímul prèviament après que es produeix com a conseqüència d'una lesió o una disfunció cerebral, en absència d'alteració cognitiva global i sense que aquesta alteració es pugui explicar per una afectació de les àrees sensorials primàries o de les vies sensorials perifèriques.

L'agnòsia no es limita exclusivament a la informació visual. Encara que les agnòsies visuals són les més comunes i les més conegudes, una agnòsia es pot produir també amb relació a la resta de canals sensorials humans. D'aquesta manera, tenim agnòsies auditives, agnòsies tàctils i també agnòsies olfactòries i gustatives. L'agnòsia implica una alteració en el reconeixement mitjançant un determinat canal sensorial, però no dels altres. Així, doncs, un pacient que patirà agnòsia visual no reconeixerà un estímul presentat visualment, però sí ho farà pel tacte o pel seu so, per exemple.

Dins d'un mateix canal sensorial, els estímuls es poden percebre incorrectament depenent de diversos factors. Si prenem com a exemple el canal visual, aquests factors poden ser si són tridimensionals o bidimensionals, si són cares o imatges completes, si tenen color o no, si són nombres o lletres... Cadascun dels aspectes que componen la percepció global d'un objecte pot, per si mateix, alterar la capacitat per a reconèixer la totalitat. Actualment sabem que els estímuls no s'emmagatzemen en una zona assignada del cervell, sinó que s'emmagatzemen distribuïts en funció de tots els components que formen aquest estímul. Aquests components són la seva forma, el seu color, la seva olor, el seu ús, el seu moviment, el seu nom, però també ho són les nostres experiències prèvies amb relació a aquest estímul, incloent-hi les nostres emocions sobre això. La percepció d'un objecte és, per tant, diferent en cadascun de nosaltres.

### Exemple

M. Gazzaniga va explicar aquesta idea posant com a exemple una poma:

Tenim emmagatzemada la forma rodona d'aquesta fruita, però també el seu color, l'olor i el sabor tan característics, el nom, la manera com es pela la pell, fins i tot el moviment



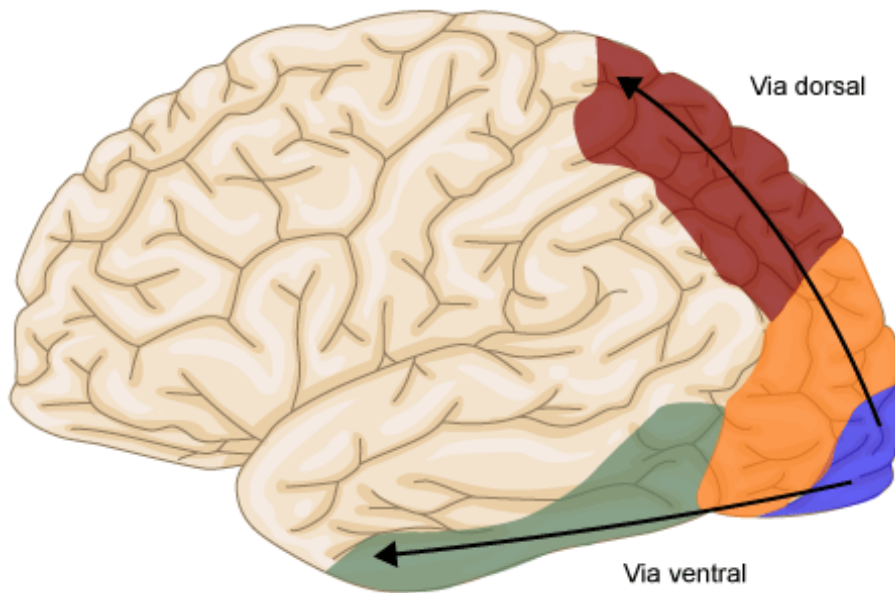
que fem amb els llavis en pronunciar la paraula *poma*. Però és que, a més, tenim emmagatzemats records relacionats amb la fruita. Pot ser que per algun motiu de la nostra experiència personal, una poma ens desperti una emoció especial. Qualsevol d'aquestes porcions d'informació aïllades pot ser evocada pel record d'una poma i contribueix al nostre reconeixement total de la poma.

## 2.1. Agnòsia visual

Tal com hem vist anteriorment, la informació visual arriba des de la retina, passant pels cossos geniculats del tàlem, fins a l'àrea visual primària al lòbul occipital. Cada ull projecta la informació a una capa magnocel·lular i a una o dues capes parvocel·lulars, i aquesta divisió de capes es manté a l'àrea visual primària i en altres àrees més complexes, com l'àrea v4 relacionada amb el color o l'àrea Mt, relacionada amb el moviment. El processament de la informació visual, una vegada ha arribat a l'àrea visual primària, es fa per separat per a cadascun dels components de la imatge com la forma, el color, la grandària, etc.

Els estudis elaborats amb micos, tot i que no són extrapolables al cervell humà, han permès diferenciar un **sistema magnocel·lular** responsable d'aportar informació sobre la profunditat i el moviment i de propiciar una interpretació global de la percepció espacial, i un **sistema parvocel·lular** que serveix per a captar els contorns afegint l'anàlisi del color i permetent l'anàlisi del detall de l'escena visual. Ambdós sistemes coincideixen a permetre l'anàlisi de la forma. El sistema magnocel·lular és més primitiu, i per tant és el que és present en els animals inferiors, mentre que el parvocel·lular és un sistema més recent i més desenvolupat en els primats.

Mishkin i Ungerleider (1982) van postular l'existència de dues grans vies o dos sistemes en el processament de la informació visual dels quals ja hem parlat: la via dorsal i la via ventral o rostral. Ambdues vies parteixen de l'escorça estriada occipital, però una segueix un camí lateral o dorsal i es dirigeix cap a l'escorça parietal, mentre que l'altra es dirigeix ventralment o rostralment cap a l'escorça temporal. La via dorsal permet la percepció espacial, mentre que la via ventral és imprescindible per al reconeixement d'objectes. Així, la informació que arriba a l'escorça visual primària parteix cap a l'escorça parietal posterior, on s'analitzen els aspectes espacials i de la imatge visual, i paral·lelament parteix cap a l'escorça temporal posterior, l'especialització visuoperceptiva de la qual (color, forma, cares...) és imprescindible per al reconeixement.



La via dorsal parteix de l'escorça occipital estriada cap a l'escorça parietal, que és on s'analitzen els aspectes visuoespacials de la imatge visual. La via ventral o rostral es dirigeix cap a l'escorça temporal, que és on s'analitzen paral·lelament els aspectes més visuo perceptius.

### 2.1.1. Agnòsia visual per als objectes

L'agnòsia visual per als objectes és l'alteració en la capacitat per a reconèixer estímuls visuals ja apresos prèviament, com a conseqüència d'una lesió cerebral i no explicable per un dèficit cognitiu global ni per una alteració a les àrees visuals que impedeixin la visió d'aquest estímulo.

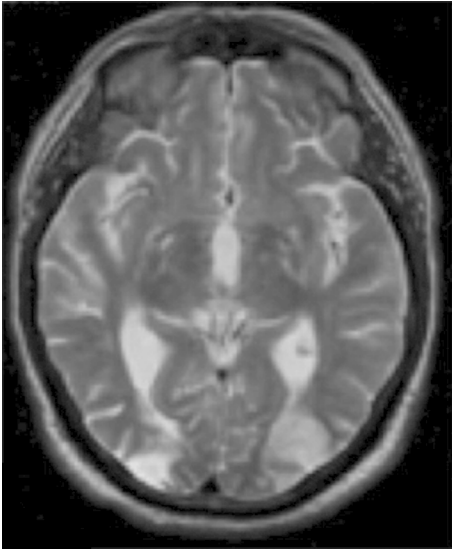
Lisauer va introduir el 1890 els termes **agnòsia aperceptiva** i **agnòsia associativa** amb la finalitat de diferenciar el trastorn en què el pacient no és capaç de percebre correctament la imatge visual del trastorn en què el pacient, tot i percebre-la correctament, no és capaç de reconèixer-la.

L'**agnòsia aperceptiva** es produeix com a conseqüència d'una lesió o disfunció a les àrees que permeten discriminar les propietats visuals de l'objecte. Aquest error en la discriminació es tradueix en una impossibilitat per a percebre aquest objecte. No es pot reconèixer la informació que no és percebuda correctament i, per tant, el pacient, fins i tot amb la visió conservada, no pot reconèixer l'objecte que està veient. En la pràctica clínica, observarem que tampoc no és capaç de dibuixar els objectes ni de classificar-los.

L'agnòsia aperceptiva no implica necessàriament una falta de reconeixement total de les imatges visuals. Les imatges menys complexes són més fàcilment identificables, les que són en color més que les que són en blanc i negre, i les reals més que les representades. Dependrà de l'especialització del grup de cèl·lules més lesionades que el pacient sigui capaç o no d'identificar determinats elements. Les propietats i la ubicació d'aquests elements també condi-

onarà la capacitat d'identificació: un element estàtic es pot identificar quan es posa en moviment, o un tomàquet dibuixat en gris es pot identificar ràpidament quan es pinta de color vermell.

L'agnòsia aperceptiva es produeix per lesions bilaterals a les àrees d'associació visual als lòbuls occipitals (àrees 18 i 19 de Brodmann) i es diferencia de la ceguesa cortical o de la ceguesa perifèrica en el fet que l'agudesa visual és normal, els pacients poden denominar els colors, poden seguir el moviment sense dificultat i poden diferenciar claredat i fosc.



Resonància magnètica d'un pacient amb una lesió bilateral als dos lòbuls occipitals. La lesió aconsegueix àrees associatives, però no afecta les àrees visuals primàries.

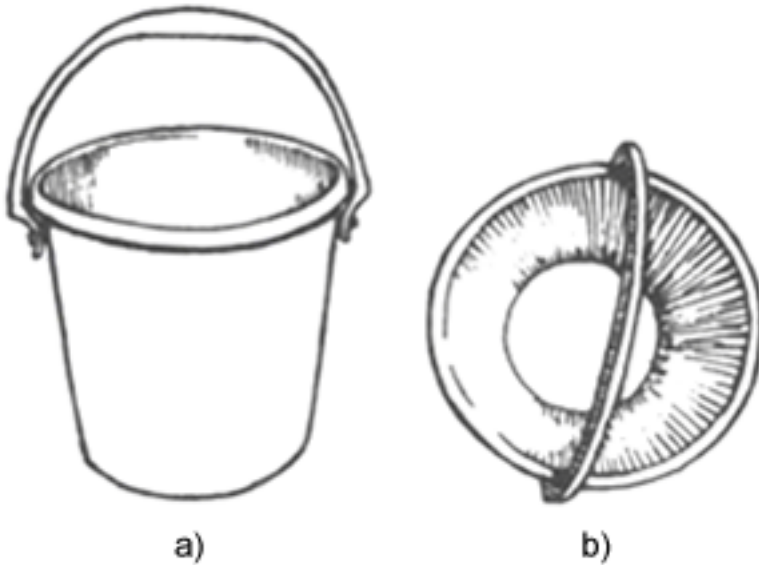
Estudis recents mostren que també és possible observar alteracions en la percepció visual en pacients que tenen lesions exclusivament a l'hemisferi dret. E. Warrington i A. Taylor van fer una sèrie d'experiments i van arribar a la conclusió que a l'hemisferi dret hi ha grups de cèl·lules que estan especialitzades específicament en el processament de les imatges visuals quan els objectes es presenten en una forma inusual. Els pacients amb lesions al lòbul parietal dret eren capaços de reconèixer sense problemes objectes presentats tal com els imaginem habitualment, però tenien moltes dificultats en el reconeixement dels mateixos objectes quan es presentaven des d'una perspectiva inusual. Com que en la realitat els objectes no sempre es presenten en perspectives habituals, aquests pacients es mostren només parcialment agnòsics.

Els resultats d'aquests estudis van servir perquè Warrington i Taylor elaboressin un model per al reconeixement d'objectes. Segons aquest model, podem distingir tres fases en el processament de la informació visual:

- La primera fase consisteix en una anàlisi visual primària que es produeix de manera bilateral a les àrees visuals occipitals.
- La segona fase, que els autors denominen de *categorització perceptiva*, tindria lloc exclusivament al lòbul parietal de l'hemisferi dret i consistiria

a atribuir constància a l'objecte, és a dir, a permetre reconèixer com de la mateixa categoria els objectes que són presentats en perspectives diferents. En els seus experiments, els pacients amb lesions en aquesta àrea de l'hemisferi dret no podien reconèixer com a igual el mateix objecte mostrat en perspectives diferents.

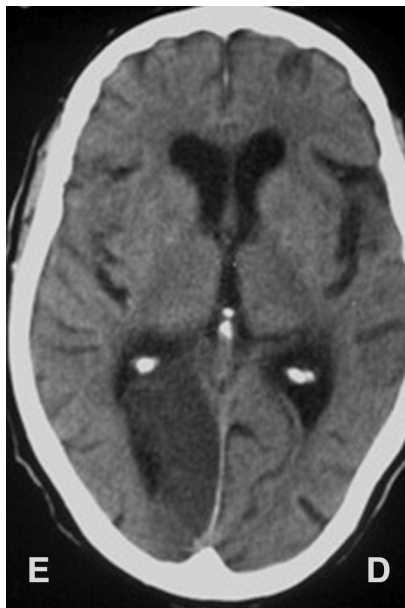
- La tercera fase consistiria en la categorització semàntica, que comporta l'atribució de significat a les imatges visuals i de la qual seria responsable l'hemisferi esquerre.



Estímul utilitzat per E. Warrington per a estudiar les respostes dels pacients davant estímuls presentats en una forma usual (galleda a la part esquerra) i en una perspectiva no usual (galleda a la part dreta).

L'**agnòsia visual associativa** consisteix en una alteració en el reconeixement de la informació visual, sense que el pacient presenti una alteració en la capacitat perceptiva. Es produeix com a conseqüència de lesions al lòbul occipital de l'hemisferi dominant per al llenguatge que desconnecten la informació que prové de les àrees visuals de la que prové de les àrees lingüístiques, i la desproveeixen del seu contingut semàntic, és a dir, del seu significat. Els pacients amb agnòsia visual associativa no poden denominar els objectes que veuen perquè no els poden atribuir un significat en quedar la imatge confinada exclusivament a les àrees visuals de l'hemisferi dret. Aquests pacients no utilitzen gesticulacions per a referir-se als objectes perquè el seu problema no és una alteració en la capacitat de trobar la paraula, sinó d'accés al seu significat.

Atès que les àrees d'associació visuals de l'hemisferi que capta la informació visual no estan lesionades, les qualitats visuals de l'objecte són percebudes amb normalitat i, per tant, el pacient pot copiar, aparellar o classificar elements correctament.



Imatge en TAC d'una lesió hipodensa al lòbul occipital esquerre en un pacient amb el llenguatge situat a l'hemisferi dret. S'observa una lesió que afecta l'àrea visual primària i part del cos callós d'aquest pacient, i que impedeix que la informació visual captada per l'hemisferi dret pugui arribar a les àrees del llenguatge a l'hemisferi esquerre. El resultat d'aquesta lesió va produir agnòsia associativa i alèxia.

Segons Damasio, hem de reservar el terme *agnòsia visual per als objectes*, quan l'agnòsia visual consisteix solament en una alteració en la capacitat per a identificar els objectes, mantenint intacta la capacitat per al reconeixement de les cares. Els pacients amb agnòsia visual poden reconèixer els estímuls quan utilitzen el tacte o quan es poden guiar pel seu so. Per això, una de les característiques que s'observen en l'exploració clínica d'aquests pacients és la seva tendència a tocar o a resseguir amb el dit les imatges presentades visualment.

### 2.1.2. Prosopagnòsia

Bodamer introdueix el terme *prosopagnòsia* el 1947 per descriure l'alteració específica que produeix un dèficit en el reconeixement de cares familiars. La paraula *prosopagnòsia* prové del grec *prosopon*, terme que designava la màscara que cobria el rostre en les representacions teatrals, i *a-gnosis* que, com hem dit, significa *absència de coneixement*.

La lesió bilateral d'alguns sectors de les escorces d'associació occipitotemporals produeix aquesta alteració en el reconeixement de la identitat facial, que inclou la identificació de la pròpia cara quan un es mira en un mirall. El pacient amb aquesta lesió és incapaç de relacionar una cara amb una persona coneguda prèviament. No obstant això, és capaç de reconèixer la identitat de la persona per la veu, pel moviment o per qualsevol altre canal sensorial que no sigui la vista.

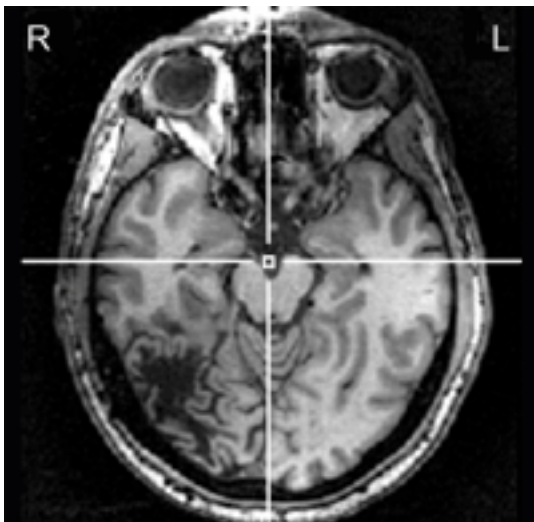
Quan el context és favorable o familiar, el pacient amb aquest trastorn pot tenir èxit en el reconeixement de les cares, però quan descontextualitzem completament el rostre o el situem en un context inesperat, no hi ha possibilitat

de reconeixement. Això succeeix perquè és possible fer la identificació sense que hi hagi reconeixement, és a dir, utilitzant altres pistes paral·leles que estan relacionades amb aquesta identitat.

Els pacients amb prosopagnòsia poden, habitualment, diferenciar si es tracta d'una cara humana o d'un primat, poden diferenciar si el propietari de la cara és del gènere masculí o femení, i també si un rostre pertany a un nen o a un adult. Fins i tot poden definir l'expressió emocional que conté la cara. No obstant això, no són capaços d'identificar-la.

Per a Damasio la prosopagnòsia consisteix en un error en la identificació de la pertinença a algú. "Sé que és una cara, però no sé a qui pertany". El problema, en aquest trastorn, es troba en la dissociació de la informació visual i la informació de caràcter semàntic relacionada amb aquesta imatge.

L'hemisferi dret és dominant per a la discriminació de les cares. De fet, és possible una forma de prosopagnòsia aperceptiva, en la qual els pacients no identifiquen les característiques de la cara i, per tant, no poden fer aparellaments de cares, ni descriure'n les característiques. Les lesions al lòbul occipital i temporal de l'hemisferi dret poden produir aquest trastorn.



Ressonància magnètica d'un pacient amb lesió a l'hemisferi dret que presentava prosopagnòsia.

Estudis recents elaborats amb potencials evocats han mostrat que el component N170 és específic per a la identificació i codificació de les cares, i es detecta amb més potència en regions temporals posteriors i més àmpliament a l'hemisferi dret que a l'esquerra. Gràcies a les tècniques modernes de neuroimatge funcional, s'ha pogut identificar amb més precisió una xarxa occipito-temporal formada per tres àrees principals i les seves connexions amb altres nuclis o àrees corticals. Les àrees principals són:

- El gir fusiforme medial lateral (àrea fusiforme per a les cares).
- El gir occipital inferior.

#### Referència bibliogràfica

A. R. Damasio, D. Tranel, i H. Damasio (1990). Face agnosia and the neural substrates of memory. *Annu. Rev. Neurosci.*, 13, 89-109.

- El solc temporal anterior.

Aquestes tres regions estan íntimament connectades amb l'escorça temporal anterior, l'amígdala, l'escorça auditiva, el solc intraparietal i l'ínsula. La connexió amb aquestes àrees és la que permet que es dugui a terme el procés d'identificació, o l'accés semàntic a la informació relacionada amb la identitat. Encara que aquestes àrees s'activen bilateralment davant la visió de cares, l'hemisferi dret és dominant per a aquesta tasca d'identificació. Treballs recents han combinat la tècnica de potencials evocats i l'estudi de la N170 amb la neuroimatge funcional per a confirmar aquestes troballes.

Recentment, s'han anat publicant un nombre considerable de casos en els quals es descriu la presència de prosopagnòsia sense que hi hagi una lesió cerebral prèvia. Aquests casos han estat denominats com a **prosopagnòsia del desenvolupament** o **prosopagnòsia congènita**, encara que cada vegada hi ha més proves que, probablement, aquests dèficits són deguts a dany cerebral primerenc. Aquesta síndrome s'ha descrit, per exemple, en nens amb síndrome d'Asperger.

Altres estudis més recents han descrit alteracions estructurals a l'escorça temporal inferior i l'occipitotemporal ventral, i apunten que es tracta d'un trastorn amb una forta base hereditària, ja que s'ha observat en familiars directes de persones que presenten aquest trastorn.

Podem afirmar, en resum, que hi ha una **prosopagnòsia associativa**, en la qual s'observa una incapacitat per a identificar una cara, tot i que és possible descriure'n els elements i es poden classificar o aparellar correctament cares iguals. En la forma de **prosopagnòsia aperceptiva** no s'identifiquen els trets principals de les cares i els pacients no són capaços de classificar o aparellar cares iguals.

### 2.1.3. Agnòsia per als colors

La pèrdua de la capacitat per a percebre els colors es denomina **acromatòpsia** i es produeix com a conseqüència d'una lesió al gir lingual i fusiforme dels dos hemisferis cerebrals, a les regions que contenen grups de cèl·lules que processeu específicament el color.

Els pacients amb aquest trastorn perden completament la visió del color i solament hi veuen en tons grisos. No poden denominar els colors, perquè no són percebuts, i tampoc no poden classificar ni escollir amb èxit gammes de colors, encara que en alguns casos la brillantor i la intensitat del color poden ajudar a fer aquesta tasca correctament. Els pacients amb acromatòpsia no poden imaginar el color, ja que les àrees que permeten imaginar els objectes en

color són les mateixes que s'activen davant la visió real de l'objecte. Per tant, en l'acromatòpsia, els pacients no poden recordar visualment ni imaginar els objectes en color.

No obstant això, és possible que les persones amb acromatòpsia responguin correctament a preguntes que impliquen, en lloc de la percepció, la memòria verbal del nom del color associat amb un objecte. Per exemple, si preguntem verbalment de quin color és la sang?, la resposta d'un acromatòpsic probablement serà correcta. Això és possible perquè, independentment de la imaginació visual, hem après que la sang és vermella i aquesta informació està emmagatzemada en la nostra memòria verbal. La pèrdua de visió del color es presenta amb freqüència acompanyada de prosopagnòsia a causa de la proximitat de les àrees que estan especialitzades en el processament de les cares.

Algunes persones poden patir una acromatòpsia congènita o monocromatisme, una incapacitat per a processar el color secundari a una anomalia en la configuració de les cèl·lules a la retina, però, en aquests casos, no es tracta d'una agnòsia, ja que el dèficit no és adquirit sinó que no s'ha experimentat mai prèviament la visió del color.

L'**agnòsia cromàtica associativa** consisteix en una alteració en la capacitat per a denominar els colors que es mostren, o de seleccionar un color que s'ha anomenat. És una alteració en el reconeixement del color, tot i que el pacient és capaç de classificar o escollir parelles idèntiques de colors. Es produeix per una lesió que desconnecta les àrees visuals de les àrees lingüístiques a l'hemisferi esquerre. Aquesta agnòsia es pot observar després de patir un infart de l'artèria cerebral posterior. La lesió típica és la que lesiona l'àrea visual primària de l'hemisferi esquerre i l'espleni del cos callós, de manera que tot el processament visual es produeix a l'hemisferi dret, però la informació queda confinada a aquest hemisferi en no poder arribar a les àrees lingüístiques situades a l'hemisferi esquerre. Aquesta agnòsia per als colors s'acompanya d'una alteració per a la lectura o alèxia posterior.

Els pacients amb agnòsia cromàtica associativa poden fer correctament totes les tasques relacionades amb el color, sempre que no impliquin la connexió entre un color presentat visualment i les àrees del llenguatge. Per exemple, poden classificar correctament els colors sense anomenar-los, o poden contestar a preguntes que requereixen exclusivament una resposta verbal que està emmagatzemada en la memòria, com, per exemple, de quin color és l'herba o la sang?

#### **Diferents aspectes que cal explorar en l'agnòsia cromàtica**

Modalitat	Àrea implicada	Tasca
<b>Visual-visual</b>	Lòbul occipital	Classificar, aparellar colors



Modalitat	Àrea implicada	Tasca
<b>Visual-verbal</b>	Lòbul occipital i lòbul temporal	Designar colors anomenats per l'examinador
<b>Verbal-visual</b>	Lòbul temporal i lòbul occipital	Denominar colors
<b>Verbal-verbal</b>	Lòbul temporal i lòbul parietal	Denominar colors relacionats amb elements prèviament apresos

## 2.2. Alteracions visuoespacials i visuoconstructives

L'alteració de les **habilitats visuoespacials** inclou un ventall de trastorns molt divers. Des de l'heminegligència espacial, en la qual s'altera la integració d'un hemiespai, fins a l'orientació en la capacitat d'orientar objectes o línies en l'espai, passant per la capacitat de comprendre l'hora en un rellotge no digital.

L'alteració en l'orientació de línies és un trastorn que es pot observar quan s'explora la capacitat de situar i comparar angles i línies en l'espai.

La capacitat per a la rotació espacial implica un aspecte visuoespacial específic que es relaciona exclusivament amb la ubicació i rotació dels objectes i amb la capacitat de percebre'ls correctament, encara que es trobin en posicions no usuals, com les que implica la rotació. La desorientació topogràfica consisteix en una alteració en la capacitat d'orientar-se als llocs coneguts perquè no s'estableix una relació espacial correcta entre la nostra posició i els llocs que estem veient en l'entorn.

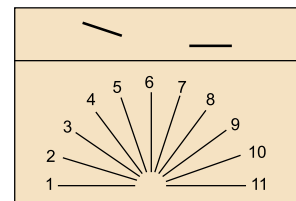
La unió occipitoparietal, fonamentalment de l'hemisferi dret, és la responsable del processament i la integració de la informació espacial.

En la patologia, aquestes alteracions es podran observar clarament en dues síndromes fonamentals: l'**heminegligència visuoespacial** i la **síndrome de Balint**.

L'**alteració en la visuoconstrucció** consisteix en una alteració en la capacitat per a dibuixar o per a fer construccions, ja siguin bidimensionals o tridimensionals. Les proves més utilitzades per a valorar la visuoconstrucció són la còpia de dibuixos en paper i llapis, la reproducció de models amb escuradents o la reproducció de models amb galledes tridimensionals. Les tasques de construcció impliquen un elevat nivell de complexitat cognitiva, ja que impliquen la integració de funcions que són processades als lòbuls occipital, parietal i frontal. Les reproduccions requereixen una percepció visual eficaç, una bona capacitat de relacionar la percepció amb imatges cinestèsiques i una habilitat conservada per a traslladar aquestes imatges a actes motors necessaris per a la seva reproducció correcta.

### Test d'orientació de línies de Benton

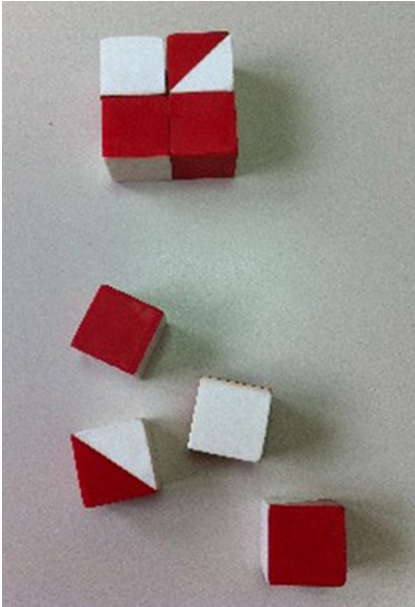
Una forma freqüent de valorar la capacitat per a diferenciar angles i per a orientar línies en l'espai és utilitzant el test d'orientació de línies de Benton.



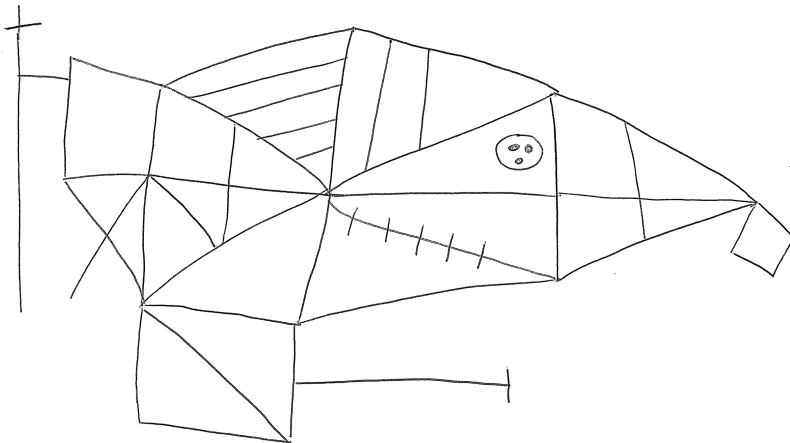
### Vegeu també

L'heminegligència visuoespacial s'estudia en l'apartat "Síndrome d'heminegligència unilateral".

Per a valorar la visuoconstrucció és necessari fer un dibuix sobre paper, una determinada construcció tridimensional conforme a un model, com en les galledes de Kohs, o bé copiar una figura de més o menys complexitat, com, per exemple, la del test de la figura complexa de Rey. Les proves de paper i llapis han de tenir en compte el nivell d'escolarització dels pacients, ja que requereixen habilitats apreses durant el període escolar.



Les galledes tridimensionals, com les que formen part de l'escala manipulativa de l'escala d'intel·ligència WAIS-IV, són un bon instrument per a valorar alteracions en la visuoconstrucció.



Còpia de la figura complexa de Rey feta per un pacient amb una lesió a l'escorça parietal de l'hemisferi cerebral dret, en la qual es pot observar una alteració greu en la capacitat per a la visuoconstrucció.

### 2.2.1. La síndrome de Balint

Les lesions bilaterals a l'escorça parietal, o parietooccipital, causen la síndrome de Balint. El 1909, Balint, un metge d'origen hongarès, va descriure les característiques fonamentals d'aquesta síndrome i, posteriorment, Hécaen i Ajuriaguerra van publicar una sèrie de casos i van encunyar el terme *síndrome de Balint* per referir-se a un conjunt de símptomes caracteritzats per diverses alteracions en habilitats relacionades amb l'atenció i la percepció espacial.

Actualment sabem que les àrees que es troben afectades en la síndrome de Balint són la circumvolució angular, l'àrea dorsolateral del lòbul occipital (àrea 19) i el precúneus, al lòbul parietal superior, encara que poden estar respectades la circumvolució supramarginal i la temporal superior. Les revisions de casos més recents apunten cap a un paper fonamental de la circumvolució angular, que resultaria crítica per a la producció de la síndrome.

Les característiques principals de la síndrome de Balint són:

- Una alteració de la mirada denominada **apràxia ocular**, que consisteix en una alteració en la capacitat de dirigir la mirada cap als objectes de l'espai i, per tant, una alteració en la capacitat de recerca, però que conserva la motilitat ocular intacta. Els pacients amb apràxia de la mirada no es poden dirigir cap als objectes localitzats en el seu entorn i la seva visió queda relegada als elements que entren en el seu camp visual a cada moment, encara que perden la capacitat de trobar-los una vegada n'han sortit. Els pacients amb una alteració en la localització visual dels objectes mostren una mirada estranya, amb la impressió de ser erràtica, perduda.
- **Atàxia òptica**, que consisteix en una alteració en la coordinació oculomaneurològica voluntària, en què els pacients dirigeixen incorrectament les mans quan intenten dirigir-se a un objecte presentat visualment. La localització propioceptiva es manté preservada i també la capacitat de localitzar qualsevol estímul que no sigui visual, com els sons de la parla o la música.
- Una alteració en la capacitat de parar esment a més d'un estímul visual alhora o **simultanagnòsia**. Els pacients són incapaços d'atendre més d'un estímul de l'entorn a la vegada. En focalitzar un element, els resulta molt difícil canviar el focus d'atenció cap a un altre de diferent, de manera que solament poden captar un únic element del seu entorn visual.

Els pacients amb síndrome de Balint presenten sovint altres alteracions neuropsicològiques associades, entre les quals destaquen l'alteració a percebre la profunditat, heminegligència espacial o alteració en la percepció del moviment.

La síndrome de Balint és molt poc freqüent en la clínica neuropsicològica, ja que requereix una alteració bilateral i neta dels lòbuls parietals o parietooccipitals, com la que produeix, per exemple, una ferida de bala que travessi coronalment les dues regions parietooccipitals. Els accidents vasculars, encara que rarament, també poden provocar aquesta síndrome si s'obstrueixen bilateralment les branques parietals posteriors de l'artèria cerebral mitjana. La regió parietooccipital es troba al territori frontera entre l'artèria cerebral mitjana i l'artèria cerebral posterior, per la qual cosa també és possible observar aquesta síndrome per infarts en aquesta regió, que es produeixen habitualment da-

vant situacions d'hipoperfusió global després d'una aturada cardíaca. Alguns tumors, com el glioma en forma de papallona, que afectin tots dos hemisferis, també poden causar una síndrome de Balint.

### 2.3. Agnòsia auditiva

L'agnòsia auditiva consisteix en una alteració en el reconeixement dels sons que es produeix com a conseqüència d'una lesió o disfunció cerebral, en absència d'una alteració en les vies auditives primàries, és a dir, amb una capacitat intacta per a l'audició (audiometria normal).

#### Agnòsia auditiva i sordesa cortical

L'agnòsia auditiva s'ha de diferenciar de la sordesa cortical, en la qual el pacient perd l'audició com a conseqüència d'una lesió que afecta les àrees auditives primàries a l'escorça temporal. En aquest cas, els pacients es mostren sords quan fan una audiometria.

Podem diferenciar diversos tipus d'agnòsia auditiva en funció de si els estímuls auditius són verbals, no verbals o musicals.

#### 2.3.1. Sordesa pura de paraules

S'ha denominat *sordesa pura de paraules* el trastorn en la comprensió del llenguatge parlat que s'acompanya d'una alteració en la capacitat de repetir paraules o frases i d'una incapacitat per a l'escriptura al dictat. El llenguatge espontani es troba preservat, i també la capacitat per a llegir i per a comprendre el llenguatge escrit. En aquests pacients, l'audiometria és normal, per la qual cosa, encara que semblen sords, solament ho són per a la comprensió del llenguatge oral, això és, per als sons del llenguatge.

L'agnòsia auditiva es pot confondre amb una afàsia de Wernicke, ja que en ambdós trastorns els pacients mostren dificultats per a la comprensió lingüística. No obstant això, en l'afàsia de Wernicke observarem una alteració del llenguatge més àmplia, que inclou una expressió fluida però alterada, i una alteració que afecta la lectura i el llenguatge escrit.

#### Diferències entre l'agnòsia auditiva verbal i l'afàsia de Wernicke

	<b>Wernicke</b>	<b>Agnòsia</b>
Llenguatge espontani	Fluent afàsic	Conservat
Denominació	Alterada	Conservada
Repetició	Alterada	Alterada
Comprensió	Alterada oral i escrita	Alterada només oral
Lectura	Alterada	Normal
Espectura	Alterada espontània i al dictat	Alterada només al dictat

La lesió que produeix aquest tipus d'agnòsia sol ser bitemporal i afecta ambdues àrees anteriors del lòbul temporal. La causa més freqüent és la patologia vascular cerebral. El trastorn s'explica per la desconexió entre la informació auditiva ascendent i les àrees d'associació auditiva a l'escorça temporal esquerra.

Una lesió en la substància blanca del lòbul temporal d'hemisferi dominant per al llenguatge, que destrueixi la projecció auditiva unilateral i la que arriba per via contralateral pel cos callós, provocarà una agnòsia per a les paraules. Es tracta d'una lesió possible però difícil, ja que implica que les àrees primàries i l'àrea de Wernicke estan intactes, i en la pràctica aquestes regions contigües se solen lesionar conjuntament. De fet, molts autors han negat l'existència d'una sordesa "pura" de paraules, pel fet que els pacients estudiats mostraven, encara que en menor grau, algun tipus d'afàsia, amúsia o agnòsia per als sons.

### 2.3.2. Agnòsia auditiva per a sons

L'alteració en la capacitat de discriminar sons, en absència d'afectació del llenguatge, és un fenomen rar; alguns autors consideren fins i tot que aquesta alteració sempre va acompanyada d'algun grau d'afectació verbal.

Els pacients amb aquest trastorn són incapaços de diferenciar els sons no verbals, però difereixen quant a les característiques de la seva alteració. Mentre que alguns pacients perceben els sons com a diferents, però no els poden diferenciar, d'altres, simplement, semblen percebre'ls tots iguals. En aquest sentit, podem diferenciar dues formes d'agnòsia auditiva:

- Una forma que podem denominar **aperceptiva**, en la qual els pacients no poden discriminar entre dos sons diferents, i que estaria associada a la lesió a les àrees d'associació auditives a l'hemisferi dret.
- Una forma **associativa**, en la qual els pacients són capaços de diferenciar dos sons, però no aconsegueixen atribuir-los un significat i, per tant, no els reconeixen. D'aquesta manera, encara que són capaços de discriminar entre el cant d'un ocell i el xiulet d'un tren, no poden dir a quin element correspon cadascun. Perquè això succeeixi, es requereix que la lesió afecti també l'hemisferi esquerre, que és el que permetria l'accés a la relació auditivosemàntica.

### 2.3.3. Amúsia

Imaginem-nos que ens trobem a la cerimònia d'obertura dels Jocs Olímpics de Torí del 2006. Estem escoltant l'última actuació del ja mort Luciano Pavarotti. Canta l'ària de l'acte final de l'òpera *Turandot* de Giacomo Puccini: el "Nessun dorma". Es tracta d'una composició musical pensada perquè la canti una sola veu, que segueix la declaració de la princesa que cap persona no pot dormir fins a trobar el nom del príncep desconegut. Després d'escoltar aquesta ària podem pensar que la música és un do dels Déus que han tocat amb la seva gràcia algunes persones i que no té res a veure amb la pràctica o amb el treball dur.

De manera contrària a aquesta idea, el tarragoní Pau Casals (1876-1973), considerat un dels millors violoncel·listes de tots els temps, gairebé als cent anys d'edat va sorprendre amb la seva resposta a un dels seus alumnes que li va plantejar una qüestió sobre la seva activitat com a músic: quan l'alumne li va preguntar: "Mestre, per què continua practicant a hores d'ara?", el músic li va respondre: "Perquè estic fent progressos".

Avui sabem que la pràctica d'una acció determinada pot engegar canvis importants en la reorganització dels mapes corticals. A mitjan dècada de 1990, l'equip de recerca de Taub va demostrar que persones adultes que es dedicaven a tocar instruments de corda amb els dits presentaven un augment considerable de la regió de l'escorça que responia al contacte amb els dits, en comparació dels músics dedicats a la pràctica d'un altre tipus d'instruments, per exemple, els de vent. Pot una manifestació cultural com la música modificar l'estructura del cervell?

La música és una activitat humana natural que és present en totes les societats i que constitueix una de les demandes cognitives més complexa que la ment humana pot dur a terme. Al contrari que altres activitats sensoriomotors, la interpretació de la música requereix una temporització molt meticulosa d'accions organitzades jeràrquicament, i també un control molt precís de l'interval de producció del to, implementat mitjançant diversos efectors en funció de l'instrument utilitzat. Cal afegir que el processament de la informació musical sembla estar molt relacionat amb el processament del llenguatge.

Si un nen petit canta *El patio de mi casa* o la famosa violinista Shaundra interpreta el concert número 3 de *Les quatre estacions* d'Antonio Vivaldi, els mecanismes neuronals implicats en la percepció i la producció de la música ens proporcionen una font molt prolífica d'aspectes atractius en l'estudi del funcionament del cervell. En la música, les interaccions entre els sistemes motor i auditiu són especialment interessants, mentre que cada acció destinada a la producció d'un so influeix en l'acció següent, cosa que permet una implicació sensoriomotora.

Quan un músic toca un instrument, té lloc un conjunt determinat de canvis sensoriomotors. Pensem, per exemple, en el mestre gadità Paco de Lucía, considerat un dels millors mestres de la guitarra de tots els temps, quan interpreta una peça amb la guitarra. Quan comença a tocar la guitarra per interpretar, per exemple, un dels moviments de l'adagi del *Concierto de Aranjuez* del compositor espanyol Joaquín Rodrigo, el sistema motor del cervell del músic controla els moviments precisos que són necessaris per a produir el so en els fragments del concert resolts amb tranquils arpegis de guitarra. El so produït

queda processat pel sistema auditiu, el qual s'utilitza per a ajustar les ordres motores que s'envien als músculs encarregats de fer sonar la guitarra, de manera que s'aconsegueix l'efecte volgut.

Avui dia, es creu que els senyals que provenen de l'escorça motora poden influir en la informació que es processa a l'escorça auditiva, fins i tot en absència de so o abans que tingui lloc. A més, es creu que les representacions motores es poden activar, fins i tot en absència de moviment, en escoltar el so. Tot això ens indica que hi ha una interacció complexa entre els mecanismes sensorials i els mecanismes de producció pel que fa a la música. Quan Paco de Lucía interpreta l'adagi del *Concierto de Aranjuez*, la seva execució requereix un control molt precís de la temporització per a poder seguir una estructura rítmica que resulta marcadament jeràrquica (el cronometratge del ritme). A més, el nostre mestre gadità ha de controlar el to per tal de produir intervals musicals específics, que, malgrat ser crítics per a la música, no ho són en el cas del llenguatge. D'aquesta manera, podem dir que la música implica unes demandes molt específiques i úniques per al cervell.

Analitzarem què succeeix en els mecanismes de producció de la música. Quan un músic interpreta una peça, com a mínim, necessita tres sistemes bàsics de control motor:

- La temporització o el cronometratge.
- La seqüenciació.
- L'organització espacial del moviment.

La temporització precisa dels moviments es relaciona amb l'organització del ritme musical, mentre que la seqüenciació i els aspectes espacials del moviment es relacionen amb l'execució de notes individuals en l'instrument.

Pel que fa a la **temporització**, la capacitat per a projectar la informació temporal al moviment s'ha atribuït a un rellotge neural o a un mecanisme de cronometratge, en el qual el temps es representa mitjançant polsos o oscil·lacions. No obstant això, també s'ha suggerit que podria resultar d'una propietat emergent de la cinemàtica del mateix moviment. Treballs actuals amb tècniques de neuroimatge semblen indicar que la temporització i el cronometratge motor no es troben sota el control d'una única estructura cerebral, sinó per un sistema format per diverses regions que controlen paràmetres específics del moviment i que depenen de l'escala temporal de la seqüència rítmica. El control d'alt nivell de l'execució de la seqüència sembla implicar els ganglis basals, l'escorça premotora i l'àrea motora suplementària, mentre que la correcció de moviments individuals estaria controlada pel cerebel.

La música és una font de riques interaccions entre els sistemes auditiu i motor.

Amb relació a la **seqüenciació** i a l'**organització espacial del moviment**, hem de tenir present que es tracta de dos aspectes crítics de l'estudi de com el cervell regula l'execució de la interpretació musical. Quan Paco de Lucía interpreta una peça requereix una seqüenciació motora amb relació a l'ordenació dels moviments individuals i una organització espacial molt precisa dels moviments. La seqüenciació motora sembla dependre de l'escorça frontal, dels ganglis basals, de l'àrea motora suplementària, del cerebel i de l'escorça premotora dorsal. Estudis de neuroimatge recents han suggerit que aquesta última regió de l'escorça també podria exercir un paper crític en l'organització espacial del moviment, ja que participa activament en l'aprenentatge de trajectòries especials.

Un altre aspecte important és la percepció que el músic té del so mentre està tocant. Tal com hem dit, el so produït per un instrument es processa a l'escorça auditiva i s'utilitza per a ajustar les ordres motores que s'envien als músculs encarregats de fer sonar l'instrument musical. A més del to o la melodia d'una cançó, la música també depèn del ritme. Diferents estudis han mostrat que el to i el ritme es poden percebre de manera separada. No obstant això, ambdós interactuen per crear la percepció musical.

Pacients amb dany cerebral poden ser incapaços de processar la melodia sense mostrar problemes amb la percepció del ritme, i el mateix pot ocórrer en sentit contrari. L'escorça auditiva primària (A1) projecta a altres estructures, i forma tres corrents de processament de la informació auditiva:

- Un corrent que projecta ventralment al neocòrtex temporal.
- Un corrent que projecta anteriorment al llarg del gir temporal superior.
- Un corrent que segueix un curs més dorsal i posterior per a arribar a diferents regions parietals.

Pel que fa al processament de la música, s'ha suggerit que els corrents auditius més dorsals podrien ser rellevants per al processament espacial i per a analitzar els successos que varien en el temps. D'aquesta manera, constituïrien un enllaç amb els sistemes motors, mentre que els moviments ocorren en el temps i en l'espai. En canvi, les vies ventrals podrien estar especialitzades en les propietats invariants de l'estímul auditiu. Estudis recents amb tècniques de neuroimatge han mostrat que el to de la música podria ser processat per diferents corrents, mentre que el ritme implicaria diferents estructures com els ganglis basals, el cerebel, l'escorça premotora dorsal i l'àrea motora suplementària.



El reconeixement de la música és un procediment complex, caracteritzat per diversos atributs perceptuals, cadascun dels quals pot variar independentment. El to, el ritme, el timbre o el tempo són alguns d'aquests atributs i una lesió en un o diversos d'aquests components poden produir una agnòsia per a la música o amúsia.

L'*amúsia* és un terme genèric que denomina les alteracions en la percepció, l'execució i la lectura i escriptura musical que es produeixen com a conseqüència de dany cerebral adquirit. Aquest dèficit no s'explica per falta d'audició, ni per retard mental, ni tampoc per la falta d'exposició a la música. Els pacients amb amúsia fallen en les tasques que requereixen discriminació i reconeixement de la música.

Una lesió cerebral pot afectar la capacitat per a cantar, l'habilitat per a tocar un instrument, la capacitat per a escriure una melodia, etc., però també pot afectar la capacitat per a discriminar tons, per a identificar cançons familiars o per a llegir música. L'amúsia, per tant, implica un complex sistema de connexions en el qual participen ambdós hemisferis cerebrals.

Podem denominar *amúsia* l'error que es produeix en la descodificació adequada de la informació musical. En aquest cas, l'alteració en el reconeixement deriva d'un error primari en la percepció i els pacients afectats mostren una incapacitat per a distingir entre els diferents components musicals, i presenten el que es podria denominar una *amúsia aperceptiva*. Aquesta amúsia s'observa amb lesions a l'hemisferi dret, més concretament, al gir temporal superior.

Una altra forma d'amúsia és la que presenten els pacients que poden discriminar correctament els components de les melodies, però no poden reconèixer la melodia. Es tracta d'una alteració de la memòria específica per a la música. Aquesta forma d'agnòsia es produeix amb lesions bilaterals que afecten ambdós lòbuls temporals. L'aprenentatge i la retenció de noves melodies depèn de l'hemisferi dret, però el reconeixement de les melodies ja apreses requereix l'activació de l'hemisferi esquerre.

B. Milner, el 1962, va ser la primera a utilitzar una bateria estandarditzada, l'anomenat *test de Seashore*, per a l'estudi de les habilitats musicals en pacients amb lesions quirúrgiques al lòbul temporal. Més recentment, Peretz i col·laboradors han creat una bateria més extensa per estudiar les habilitats musicals, la *Montreal battery of evaluation of amusia*, amb la qual han elaborat i publicat diversos estudis sobre la localització dels diferents components musicals.

Els estudis duts a terme amb tècniques de neuroimatge funcional han mostrat que la música es compon de subsistemes especialitzats, però que estan modulats pels diferents components de la musicalitat i també per l'experiència musical.

### **El cas de Ravel**

Un dels casos més coneguts d'amúsia és el del compositor M. Ravel, a qui se li va diagnosticar una malaltia degenerativa (probablement una demència frontotemporal) en l'origen de la qual va mostrar una alteració progressiva en la capacitat per a produir música. Ravel podia reconèixer melodies, tons i ritmes, però no era capaç de tocar el piano, no podia tocar ni cantar notes escrites. Encara que deia escoltar les melodies en el seu interior, era incapaç de continuar-les escrivint. Andrade i Bhattacharya van publicar una revisió completa sobre l'amúsia de Ravel.

Andrade i Bhattacharya (2003). Brain tuned to music. *J. R. Soc. Med.*, 96, 284-287.

## **2.4. Somatoestèsies i somatognòsies**

### **2.4.1. Agnòsia tàctil**

L'agnòsia tàctil consisteix en una alteració en la capacitat per a reconèixer estímuls tàctils que es produeix en absència d'una lesió a les àrees somatosensorials primàries. Aquesta alteració en el reconeixement pot ser deguda a un error en la capacitat per a discriminar les qualitats dels objectes que es palpen o bé en un error en la relació entre les impressions tàctils i el significat.

Wernicke va ser el primer a diferenciar entre *agnòsia tàctil* i *asimbòlia*. Per a aquest autor, l'agnòsia tàctil implicava una alteració en la discriminació de les qualitats tàctils dels objectes. L'asimbòlia, en canvi, implicava una alteració en el reconeixement en absència de dèficit en la discriminació.

Delay, el 1935, diferencia entre:

- Ahilognòsia: alteració en la capacitat per a valorar la densitat, el pes o la conducció de calor.
- Amorfoagnòsia: alteració en la capacitat de percebre la grandària i la forma.
- Asimbòlia tàctil: alteració en la capacitat de reconèixer els objectes, quan les anteriors estan preservades.

Durant la dècada de 1970, diversos estudis van posar en dubte l'existència real de l'agnòsia tàctil, ja que, en revisar les mostres de pacients utilitzades en els estudis publicats, aquests no estaven lliures de dèficits somatosensorials lleus, o almenys, no es descrivia una valoració exhaustiva de la capacitat somatosensorial independent del reconeixement tàctil dels objectes. Posteriorment, es va poder comprovar com, efectivament, les lesions al lòbul parietal poden produir alteracions en el reconeixement, mantenint la capacitat somatosensorial intacta.

Caselli divideix les funcions somatoestèsiques en bàsiques, intermèdies i complexes. Les bàsiques inclouen la capacitat per a discriminar dos punts, la posició, la temperatura, la vibració i un cert tacte lleu. Les funcions somatoestèsiques intermèdies es refereixen a la discriminació de formes simples, del pes i de la textura. Les funcions complexes són les que permeten el reconeixement tàctil dels objectes i correspondrien a una forma d'agnòsia tàctil pura. Caselli va suggerir que l'agnòsia tàctil pura es produeix per lesions localitzades a l'escorça d'associació ventrolateral, a la regió SII, la segona àrea somatosensorial localitzada en gran part de l'opercle parietal, que exerceix un paper important en la identificació d'objectes tàctils d'ordre superior. Aquest paper rellevant de l'àrea SII ha estat corroborat per estudis amb ressonància magnètica funcional que han mostrat l'activació d'aquesta àrea durant diverses tasques de reconeixement tàctil.

### 2.4.2. Asomatognòsies

L'asomatognòsia és una alteració en el coneixement corporal o en la condició del propi esquema corporal. Les asomatognòsies poden afectar una part de l'esquema corporal (asomatognòsia unilateral) o l'esquema corporal sencer (asomatognòsia bilateral).

L'**asomatognòsia unilateral** s'observa després de lesions a l'escorça parietal dret i afecta la part esquerra del cos. Els pacients poden mostrar una falta de consciència de la presència de la seva hemiplegia i negar-ne l'existència, o simplement mostrar-s'hi indiferents. En ambdós casos es produeix un error en la integració d'un costat del cos dins de l'esquema corporal complet.

#### Exemple

Olsen, l'any 1941, va descriure un pacient que negava la seva hemiplegia esquerra, va arribar a dir que el braç i la cama esquerres no eren seus, sinó del doctor, o d'altres persones que eren al costat. Va arribar a dir que eren d'una altra persona que estava dormint al seu llit. Quan es va intentar que el pacient verificués visualment que el braç era la continuació de la seva espatlla, va expressar el següent: "Els meus ulls i el que sento no coincideixen. Haig de creure les meves sensacions. Estic veient que són meus, però no ho sento així. No puc creure els meus ulls".

C. Olsen i C. Ruby (1941). Anosognosia & autotopagnosia. *Arch. Neurol. Psychiat.*, 46, 340-345.

Des d'un punt de vista descriptiu, es poden aïllar tres tipus de conductes en les asomatognòsies unilaterals:

- L'anosognòsia com una negació de l'existència real d'una hemiplegia al membre esquerre.
- Una hemiasomatognòsia com a part de la negligència, en la qual el pacient no és conscient de la presència del seu costat esquerre i, per tant, no l'utilitza.

#### Referència bibliogràfica

R. J. Caselli (1997). Tactile Agnosia and disorders of tactile perception. A T. E. Feinberg i M. J. Fara (Ed.), *Behavioral neurology and Neuropsychology* (pp. 267-227). McGraw Hill.

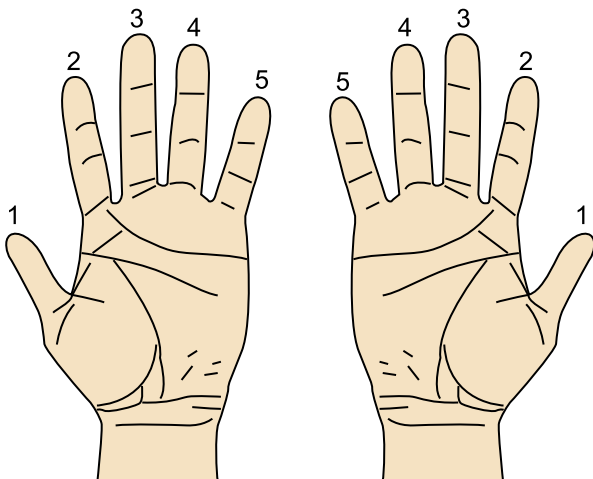
- El sentiment d'absència d'una part del cos, que pot incloure algunes variants com sentiments d'estranyesa, sentiments de no-pertinença o experiències de membre fantasma.

Les **asomatognòsies bilaterals** són trastorns que afecten ambdós costats del cos, però que estan produïts per lesions unilaterals.

L'**autotopoagnòsia** consisteix en l'alteració de la localització de parts del propi cos, o del cos dels altres, a petició de l'examinador. Els pacients amb aquest trastorn tampoc no són capaços de localitzar les parts del cos en el dibuix d'una figura humana. Es produeix per lesions a les àrees posteriors del lòbul parietal de l'hemisferi esquerre.

L'**agnòsia digital** és un dèficit molt específic en la capacitat per a identificar els dits de la mà, per a denominar-los o per a mostrar-los en l'ordre verbal. També pot estar alterada la capacitat per a identificar-los en tasques no verbals, com la d'assenyalar a la mà de l'examinador o en una mà dibuixada en paper el dit que l'examinador està tocant al pacient. Els errors més marcats en les agnòsies digitals afecten sempre els tres dits centrals, encara que poden no identificar qualsevol dit.

Una prova molt utilitzada per a la valoració de l'agnòsia digital ha estat el *finger localization test* de Benton i col·laboradors. Aquest test consta de tres parts: una primera part en la qual els subjectes han d'identificar els dits quan l'examinador els els toca; una segona part en la qual han d'identificar els dits, però en una mà representada en paper, i una tercera part en la qual han d'identificar dos dits que són tocats al mateix temps.



Dibuix de la mà utilitzat en el *finger localization test* de Benton, per a valorar l'agnòsia digital.

L'agnòsia digital es produeix després de lesions unilaterals que es poden localitzar tant a l'hemisferi esquerre com al dret. En l'exploració de l'agnòsia digital és important saber diferenciar quan ens trobem davant una agnòsia o quan

davant una alteració somatosensorial. Normalment, quan el dèficit en el reconeixement tàctil és bilateral ens trobem davant una agnòsia, mentre que les alteracions somatosensorials solen afectar el costat contralateral a la lesió.

Una altra forma d'asomatognòsia bilateral que afecta l'esquema corporal és la **desorientació dreta-esquerra**. Aquest trastorn, produït per lesions al lòbul parietal o parietotemporal esquerra, consisteix en una pèrdua de la capacitat per a identificar correctament els costats dret i esquerre respecte al propi cos, però també els costats dret i esquerre de l'examinador. Per a valorar si hi ha desorientació dreta-esquerra, s'ha de tenir en compte el següent:

- Un percentatge de persones de la població normal presenta dificultats en aquesta tasca, sense que es tracti d'un trastorn adquirit.
- Amb freqüència, per la proximitat amb les àrees del llenguatge, apareix associada amb afàsia de comprensió; l'exploració d'aquest trastorn requereix instruccions verbals necessàriament.

La **síndrome de Gerstmann** consisteix en la combinació de quatre alteracions:

- Agnòsia digital.
- Desorientació dreta-esquerra.
- Agrafia pura.
- Acalcúlia.

En aquesta síndrome, descrita per Gerstmann el 1924, el trastorn central és l'agnòsia digital. Per a aquest autor, el fet que aquests quatre trastorns es puguin observar agrupadament i aïllats d'altres alteracions neuropsicològiques, en justificava la qualificació com a síndrome específica. Després de Gerstmann, molts autors han publicat casos de pacients amb lesions parietals i els quatre trastorns descrits en la síndrome, però n'hi ha molts que han observat que aquests quatre elements que la componen rarament es troben junts i aïllats d'altres alteracions cognitives, encara que no és infreqüent observar-los aïllats o en combinacions incompletes i amb altres dèficits.

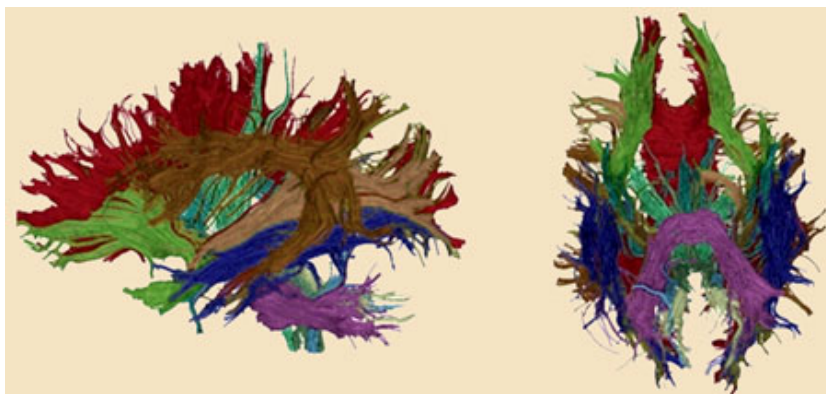
Encara que la síndrome de Gerstmann ha estat àmpliament acceptada com una entitat neurocognitiva pròpia, també ha estat molt criticada al llarg dels anys. L'any 1961, A. L. Benton va publicar un article titulat "The fiction of the Gerstmann Syndrome" en el qual va argumentar una alta correlació entre els components de la síndrome, però diferències substancials entre les correlacions entre cadascun dels components i altres alteracions cognitives. Amb aquest argument, va posar en dubte l'existència d'una síndrome de Gerstman com a tal. Altres autors com Norman Geschwind van argumentar que justament la raresa de la confluència dels quatre components junts i aïllats és el que li confereix caràcter de síndrome. Per a Geschwind, els quatre components de

la síndrome formarien part d'una mateixa xarxa neuronal situada a l'escorça parietal esquerra. Aquest autor, a més, va descriure una síndrome de Gerstmann després de lesions parietals en els infants.

Estudis recents amb tècniques de neuroimatge avançades, com la tractografia, han permès observar que cadascun d'aquests quatre components de la síndrome de Gerstmann té xarxes neuronals diferents, però que totes projecten en l'escorça parietal. La desconexió de tractes localitzats en la substància blanca parietal pot produir un efecte ampli a l'escorça i explicar tot el quadre.

### La tractografia

La tractografia és una tècnica recent de neuroimatge que permet obtenir imatges tridimensionals i que permet observar la xarxa de connexions o tractes entre diferents àrees corticals o subcorticals del cervell. La tractografia es duu a terme utilitzant una tècnica de ressonància magnètica que és sensible a la difusió de l'aigua en el cos i que permet mostrar la seva imatge tridimensional. Aquesta tècnica es denomina *ressonància magnètica de tensor de difusió*.



Imatges, en un tall longitudinal i un altre axial, de les principals projeccions cerebrals, recollides amb la tècnica de tractografia.

## 2.5. Agnòsia olfactiva

A la base del lòbul frontal, en la fossa anterior, es troba el bulb olfactiv, una estructura que rep les projeccions sensorials pel tracte olfactiv i les envia a l'escorça frontal i temporal, al tàlem i a l'hipotàlem. Les lesions situades en aquesta zona de l'escorça frontal poden produir anòsmia, és a dir, una alteració en la capacitat per a olorar, però també poden produir una alteració en la capacitat per al reconeixement de les olors i els sabors.

Algunes condicions mèdiques estan associades amb l'agnòsia olfactiva, com l'epilèpsia, l'esclerosi múltiple, la malaltia de Parkinson o la malaltia d'Alzheimer. A més, tant l'anòsmia (pèrdua de l'olfacte) com l'agnòsia olfactiva, són manifestacions freqüents dels tumors cerebrals situats al lòbul frontal.

L'*smell identification test* de la Universitat de Pennsilvània (UPSIT) permet explorar la capacitat olfactiva, encara que rarament se sol utilitzar en la pràctica clínica. En general, les dones identifiquen millor les olors que els homes.

## 2.6. Ceguesa cortical

La ceguesa cortical no és una agnòsia. Es produeix quan es lesionen les àrees primàries de la visió d'ambdós hemisferis, concretament, les àrees estriades a la cissura calcarina. Les cèl·lules de la retina i les projeccions cap al cos geniculat del tàlem i d'aquest cap a la resta d'àrees extraestriades, es mantenen intactes. Aquesta dada és important perquè explica el fet que els pacients amb ceguesa cortical, encara que no hi veuen, són capaços de diferenciar llum-fosc i això els permet localitzar elements o evitar xocar-hi. De vegades, aquesta capacitat pot arribar a confondre, ja que l'acompanyant pot tenir la sensació que la persona realment no és cega.

Quan la ceguesa cortical s'acompanya de falta de consciència, els pacients presenten un quadre extraordinari en el qual, encara que no hi veuen, no en són conscients i es comporten com si hi veiessin. Aquesta combinació de ceguesa cortical amb anosognòsia es denomina **síndrome d'Anton**.

La ceguesa cortical pot ser transitòria o persistir de manera duradora. Les causes més freqüents de ceguesa transitòria són les crisis epilèptiques, la migranya o l'esclerosi múltiple. La causa més freqüent de les cegueses corticals permanents és d'origen vascular, especialment els accidents isquèmics cerebrals produïts per l'obstrucció de les artèries cerebrals posteriors o de l'artèria basilar. Altres causes són l'anòxia cerebral, la intoxicació per CO<sub>2</sub>, o fins i tot es pot presentar com una complicació d'una intervenció quirúrgica cardíaca.

### Referència bibliogràfica

R. L. Doty (1995). *The Smell Identification Test (TM) Administration Manual*. Filadèlfia, EUA: Sensonics, Inc.

### 3. L'agnòsia en la patologia neurològica

Encara que els trastorns purs i els casos d'agnòsies auditives o agnòsies tàctils són poc freqüents i rarament s'observen aïllats d'altres alteracions neuropsicològiques, l'agnòsia visual és un trastorn habitual en la clínica neurològica. Els accidents vasculars de l'artèria cerebral posterior de l'hemisferi esquerre, poden produir una agnòsia visual de tipus associatiu que, amb freqüència, passa desapercebuda a causa que la seva valoració no es contempla en l'exploració neurològica rutinària. És el neuropsicòleg qui fa el treball de detecció de les alteracions cognitives que no són tan evidents a simple vista per als clínics (com ho serien, per exemple, un trastorn del llenguatge o una amnèsia severa).

En molts casos, les agnòsies s'observen solament durant la fase aguda dels accidents vasculars, per a, posteriorment, normalitzar-se. Altres patologies focals, com les hemorràgies cerebrals (de vegades secundàries a traumatismes cranioencefàlics) o els tumors cerebrals, també poden produir agnòsies. L'encefalitis herpètica és una malaltia vírica que ataca predominantment els lòbuls temporals medials i, a més de provocar amnèsies greus, pot ser causa de patir agnòsia auditiva.

A més de les lesions focals, és a dir, lesions que es produeixen en una zona concreta del cervell, les agnòsies s'observen com a part dels símptomes clínics de les demències degeneratives primàries. L'agnòsia olfactiva és freqüent en la malaltia d'Alzheimer, ja que les estructures límbiques són les primeres a presentar alteracions. Encara que resulta difícil d'explorar en la pràctica clínica, alguns petits accidents domèstics freqüents podrien estar relacionats amb les dificultats en la discriminació olfactiva. En la malaltia d'Alzheimer, els pacients presenten dificultats en la capacitat per a percebre correctament estímuls visuals complexos que a poc a poc es van fent extensibles a imatges i objectes més senzills. La prosopagnòsia és un trastorn comú en fases més avançades d'aquesta malaltia.

En la demència amb cossos de Lewy, predominen les alteracions visuoespacials i visuoconstructives, i també l'agnòsia visual, que freqüentment se sol acompanyar d'al·lucinacions visuals. Finalment, en l'atròfia cortical posterior, una forma poc freqüent de demència que comença per una degeneració bilateral de l'escorça occipitoparietal, els signes agnòsics i visuoespacials són la seva característica principal. En aquests pacients, l'afectació dels quals és bilateral, es pot observar, a més d'agnòsia visual apreceptiva, una o diverses de les característiques clíniques de la síndrome de Balint.



## Bibliografia

- Aldrich, M. S., Alessi, A. G., Beck, R. W., i Gilman, S. (1987). Cortical blindness: etiology, diagnosis and prognosis. *Ann. Neurol.*, 21, 149-158.
- Alossa, N. i Castelli, L. (2009). Amusia and Musical Functioning. *Eur. Neurol.*, 61, 269-277.
- Bach-y-Rita, P., Collins, C. C., Saunders, F. A., White, B., i Scadden, L. (1984). *Nature*.
- Barton, J. J. S., Hanif, H., i Ashraf, S. (1966). *Brain*.
- Bermudez, P., Lerch, J. P., Evans, A. C., i Zatorre, R. J. (2008). Neuroanatomical Correlates of Musicianship as Revealed by Cortical Thickness and Voxel-Based Morphometry. *Cereb. Cortex*
- Bouvier, S. E. i Engel, S. A. (2009). Behavioral deficits and cortical damage loci in cerebral achromatopsia. *Cerebral Cortex*, 16(2), 183-191.
- Branch Coslett, H. i Saffran, E. (1980). *Brain*.
- Busignya, T., Graf, M., Mayer, E., i Rossion, B. (2007). *Neuropsychologia*.
- Caselli, R. J. (1997). Tactile Agnosia and disorders of tactile perception. A. T. E. Feinberg i M. J. Fara (Ed.), *Behavioral neurology and Neuropsychology* (pp 267-27). McGraw-Hill.
- Catani, M., Jones, D. K., Donato, R., i Fyfe, D. H. (2007). *Brain*.
- Cohen, L.G., Celnik, P., Pascual-Leone, A., Corwell, B., Falz, L., Dambrosia, J., Honda, M., Sadato, N., Gerloff, C., Catalá, M. D., i Hallett, M. (1997). Functional relevance of cross-modal plasticity in blind humans. *Nature*, 389(6647), 180-183.
- Damasio, A. R., Damasio, H., i Hoesen, G. W. van (1982). Prosopagnosia: anatomic basis and behavioral mechanisms. *Neurology*, 32(4), 331-341.
- Damasio, A. R., Tranel, D., i Damasio, H. (1990). Face agnosia and the neural substrates of memory. *Annu. Rev. Neurosci.*, 13, 89-109.
- Farah, M. J. (1990). *Visual Agnosia: Disorders of object recognition and what they tell us about vision*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Foffani, G., Chapin, J. K., i Moxon, K. A. (2008). Computational role of large receptive fields in the primary somatosensory cortex. *J. Neurophysiol.*, 100(1), 268-280.
- Fox, C. J., Iaria, G., i Barton, J. J. (1995). *Human Brain Mapping*.
- Heilman, K. M., Barrett, A. M., i Adair, J. C. (1909). *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*
- Heilman, K. M., Watson, R. T., i Valenstein, E. (1993). Neglect and related disorders. A: K. M. Heilman i E. Valenstein (Ed.), *Clinical Neuropsychology* (pp. 279-336). Nova York: Oxford University Press.
- Jenkins, W. M. i Merzenich, M. M. (1987). Reorganization of neocortical representations after brain injury: a neurophysiological model of the bases of recovery from stroke. *Prog. Brain Res.*, 71, 249-66.
- Kaas, J. H., Krubitzer, L. A., Chino, Y. M., Langston, A. L., Polley, E. H., i Blair, N. (1992). *Science*.
- Knecht, S., Henningsen, H., Elbert, T., Flor, H., Höhling, C., Pantev, C., Birbaumer, N., i Taub, E. (1995). Cortical reorganization in human amputees and mislocalization of painful stimuli to the phantom limb. *Neurosci. Lett.*, 201(3), 262-264.
- Levitin, D. J. i Tirovolas, A. K. (2009). Current Advances in the Cognitive Neuroscience of Music. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1156, 211-231.
- Merabet, L. B., Hamilton, R., Schlaug, G., Swisher, J. D., Kiriakopoulos, E. T., Pitskel, N. B., Kauffman, T., i Pascual-Leone, A. (2008). Rapid and reversible recruitment of early visual cortex for touch. *PLoS One*, 3(8), e3046.
- Pons, T. P., Garraghty, P. E., Ommaya, A. K., Kaas, J. H., Taub, E., i Mishkin, M. (1960). *Science*.

- Rafal, R. D. (1997). Balint syndrome. A T. E. Feinberg i M. J. Farah (Ed.), *Behavioral Neurology and Neuropsychology* (pp. 337-356). McGraw-Hill.
- Rizzo, M. i Robin, D. (1990). Simultanagnosia: A defect of sustained attention yields insights on visual information processing. *Neurology*, 40, 477-455.
- Roland, P. E. (1976). Aesterognosias. *Arch. Neurol.*, 33, 543.
- Rusconi, E., Pinel, P., Dehaene, S., i Kleinschmidt, A. (2010). The enigma of Gerstmann's syndrome revisited: a telling tale of the vicissitudes of neuropsychology. *Brain*, 133, 320-332.
- Schwartz, R. L., Adair, J. C., Na, D., Williamson, D. J., i Heilman, K. M. (1997). Spatial bias: attentional and intentional influence in normal subjects. *Neurology*, 48(1), 234-242.
- Vignolo, L. A. (2003). Music agnosia and auditory agnosia. Dissociations in stroke patients. *Ann. NYAS*, 999, 50-57.
- Warrington, E. K. i Taylor, A. M. (1973). The contribution of the right parietal lobe to object recognition. *Cortex*, 9(2), 152-164.
- Warrington, E. K. i Taylor, A. M. (1978). Two categorial stages of object recognition. *Perception*, 7(6), 695-705.
- Zatorre, R. J., Chen, J. L., i Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nat. Rev. Neurosci.*, 8(7), 547-558.
- Zatorre, R. J., Belin, P., i Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: Music and speech. *Trends Cogn. Sci.*, 6, 37-46.
- Zekir, S. (1999). *Inner Vision: An Exploration of Art and the Brain*. Nova York: Oxford University Press.