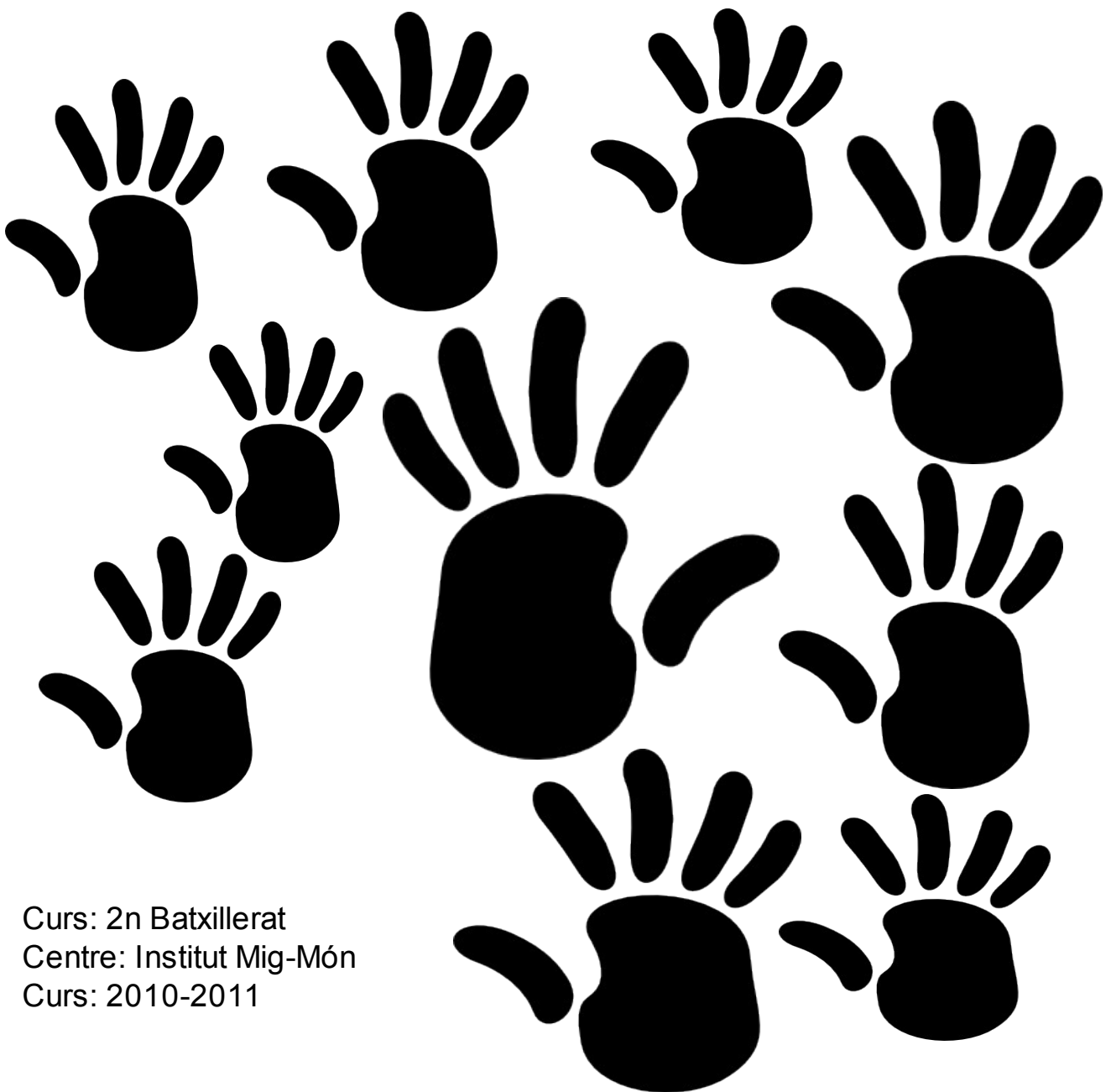


# Del cervell a la mà esquerra

Ser esquerrà: un handicap?



Curs: 2n Batxillerat  
Centre: Institut Mig-Món  
Curs: 2010-2011

## AGRAÏMENTS

M'agradaria agrair a totes aquelles persones que han sacrificat una part del seu temps a ajudar-me:

En primer lloc, la meva tutora, per tot el suport i l'interès que ha mostrat en aquest treball. Sense ella, les complicacions i els dubtes d'aquest treball haurien augmentat de forma exponencial.

Donar les meves gràcies més sinceres a Montserrat Juncadella, Montserrat Canet i Michael Corballis i també a tots aquells mestres, tutors i tutores, que m'han permès passar l'entrevista als alumnes de la seva classe. Sense la seva ajuda, aquest treball no hauria estat possible.

Donar les gràcies als meus amics i, sobretot, als meus pares, que m'han escoltat i ajudat sempre que ho he necessitat.

I, finalment, agrair a U2 per acompanyar-me durant totes aquelles hores.

# ÍNDEX

Agraïments.....	2
Índex.....	3
I Introducció.....	5
II El sistema nerviós.....	6
1 El sistema nerviós central (SNC) .....	6
1.1 El cervell.....	6
1.1.1 Història de la localització cerebral.....	8
1.1.2 Els hemisferis cerebrals .....	10
1.1.2.1 L'hemisferi esquerre.....	11
1.1.2.2 L'hemisferi dret .....	11
1.1.3 Escissió cerebral .....	13
1.1.3.1 L'experiment de Myers i Sperry.....	13
1.1.3.2 L'experiment de Gazzaniga i Sperry.....	13
1.1.3.3 L'experiment de LeDoux i Gazzaniga.....	15
2 El sistema nerviós perifèric (SNP).....	16
2.1 Els nervis espinals .....	17
2.1.1 Nervis de l'extremitat superior .....	18
III Esquerrans i dretans .....	18
1 Teories genètiques .....	19
1.1 La teoria genètica inicial.....	19
1.2 La teoria de Levy i Nagylaki.....	20
1.3 La teoria d'Annett i de Klar.....	21
2 Teories ambientals.....	21
2.1 La teoria de Stanley Coren.....	22
2.2 La teoria dels ultrasons.....	22
2.3 La teoria de Föster.....	23
3 Teories biològiques.....	23
4 Teories del segle XIX .....	24
5 Bessons i esquerrans.....	24
6 La asimetria funcional en dretans i esquerrans .....	26
6.1 Posicions d'escriptura invertides i no invertides.....	26
7 L'ús de les mans i les funcions mentals .....	27
IV Treball de camp: els esquerrans i els dretans tenen aptituds diferents?.....	28
1 Enquesta a les escoles.....	28
2 Entrevista a Montserrat Juncadella.....	32
3 Entrevista a Montserrat Canet.....	32
4 Correu electrònic a Michael Corballis .....	33

V	Conclusions.....	35
VI	Fonts de consulta i documentació.....	37
VII	Annex 1: Model d'enquesta .....	40
VIII	Annex 2: Resultats detallats de l'enquesta.....	41
IX	Annex 3: Gràfiques dels resultats.....	43
X	Annex 4: Entrevista a Montserrat Juncadella .....	47
XI	Annex 5: Entrevista a Montserrat Canet.....	51
XII	Annex 6: Correu electrònic a Michael Corballis.....	54

# I INTRODUCCIÓ

Els esquerrans són un 10% de la societat mundial. Prop de 700 milions de persones que presenten una mar d'interrogants: sempre hi ha hagut la mateixa quantitat d'esquerrans?, per què no hi ha un repartiment equitatiu de persones dretans i esquerranes, com passa amb els animals?, es porta als gens ser esquerrà o depèn exclusivament del medi?, els esquerrans i els dretans presenten perfils personals amb qualitats i aptituds diferents?...

He desenvolupat el treball en dues parts: una part teòrica i una pràctica. A la part teòrica he estudiat el sistema nerviós, especialment els hemisferis del cervell. El cervell és l'òrgan que controla i regula totes les activitats de les persones i, per tant, és imprescindible per tal de poder entendre el funcionament dels esquerrans. Emerson M. Pugh, un eminent físic, diu: "Si el cervell humà fos tan simple que el poguéssim comprendre, seríem tan simples que no ho podríem entendre"<sup>1</sup>. Després del cervell em centro en la temàtica dels esquerrans: teories, esquerrans i bessons i funcions cerebrals.

A la part pràctica exposo una hipòtesi que relaciona ser esquerrà o dretà amb unes funcions cerebrals determinades. Després, intento demostrar-la a partir d'un treball de camp.

L'objectiu principal del meu treball ha estat doble. Per una part aprofundir en el coneixement sobre el cervell, la funcions dels hemisferis cerebrals i el sistema nerviós. D'altra banda corroborar la hipòtesi que formulo a partir de tota la informació apresada a la part teòrica i el treball de camp.

Finalment, aquest treball m'ha servit per orientar-me una mica més de cara al futur i plantejar-me estudis que, abans no m'havia proposat. Al principi, el meu interès es centrava en les teories dels esquerrans ja que contenien algun element relacionat amb la genètica. Tanmateix, a mesura que he anat avançant en el treball, cada cop m'he sentit més atreta pel cervell, fins el punt de qüestionar-me si realitzar uns estudis relacionats amb aquest tema.

---

<sup>1</sup> Alonso, J.I. (2008). *Psicologia Batxillerat*.

## II EL SISTEMA NERVIÓS

El sistema nerviós és una xarxa neuronal que transmet informació sobre l'entorn d'un animal i sobre ell mateix. Així doncs, tots els moviments que efectuem i totes les sensacions que experimentem depenen del nostre sistema nerviós. El sistema nerviós està format pel sistema nerviós central (SNC) i el sistema nerviós perifèric (SNP).

El sistema nerviós s'expandeix per tot el cos i està format per més de 100.000 milions de neurones. Les neurones són unes cèl·lules especialitzades a rebre estímuls interns i externs i a transmetre'ls en forma d'impulsos nerviosos cap a l'encèfal i a la medul·la espinal. Aquest tipus de cèl·lula també s'encarrega de transmetre la resposta, un cop analitzada la informació, cap a altres neurones, músculs i glàndules.

### 1 EL SISTEMA NERVIÓS CENTRAL (SNC)

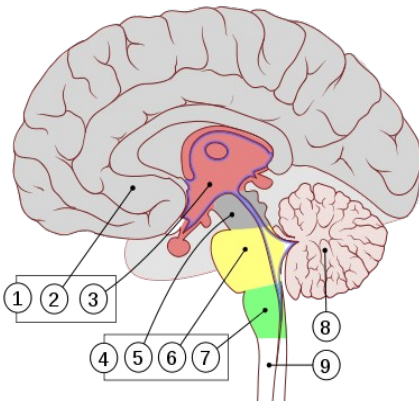
El sistema nerviós central està compost pels òrgans que estan situats a l'interior del crani, com el cervell, el cerebel i el tronc encefàlic, i de la columna vertebral, com és el cas de la medul·la espinal.

Els òrgans situats a dintre del l'os cranial estan especialment protegits per aquest embolcall ossi i, a més, el teixit nerviós està separat del crani per mitjà de tres membranes anomenades meninges. La medul·la espinal està protegida per la columna vertebral.

L'encèfal i la columna cerebral contenen líquid cefaloraquídi, que circula pels espais buits.

Aquest líquid incolor té, entre d'altres, la funció de protegir els òrgans, d'actuar com a termoregulator i d'intervenir en la nutrició del teixit nerviós.

El SNC s'encarrega de rebre i processar la informació recollida pels diversos sentits i de transmetre les ordres que efectua com a resposta cap a totes les parts del cos.



*Il·lustració 1: En aquesta foto podem apreciar l'encèfal (1), que seria tot el conjunt i que estaria constituït per: el telencèfal (2), el diencefal (3), el mesencèfal (5), la protuberància (6), el bulb raquídi o mielencèfal (7) i el cerebel (8). El número 4 representa el tronc de l'encèfal.*

#### 1.1 El cervell

L'encèfal està constituït pel prosencèfal, format pel telencèfal i el diencefal; el mesencèfal; el metencèfal i el mielencèfal.

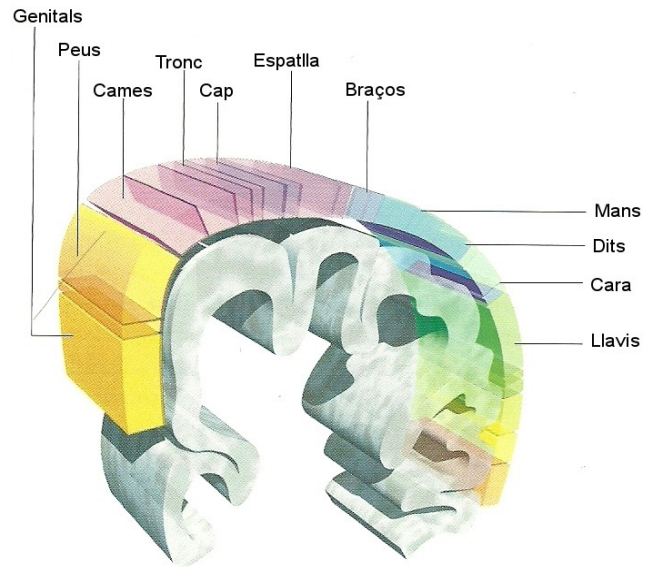
El telencèfal està compost pels dos grans hemisferis cerebrals del cervell. El diencefal, que en el cervell adult està amagat pels hemisferis cerebrals, està integrat pel tàlem, l'hipotàlem i algunes estructures d'importància menor. El mesencèfal és la primera regió del tronc encefàlic que s'observa en l'exploració

d'un cervell adult intacte. El metencèfal està integrat pel cerebel i la protuberància<sup>2</sup>. Finalment, el mielencèfal està format pel bulb raquídi.

<sup>2</sup> Protuberància: Regió del tronc encefàlic anterior al cerebel.

El telencèfal, que és conegut també com a cervell, és el centre del sistema nerviós de tots els animals vertebrats i de la majoria dels invertebrats. En molts vertebrats, el telencèfal està situat al cap, protegit pel crani. Aquest òrgan pot arribar a estar format per uns 100.000 milions de neurones.

La funció del cervell és controlar i coordinar el comportament, els aparells sensitius de la vista, l'oïda, l'equilibri, el gust i l'olfacte, i les funcions mentals, com les emocions, la memòria, l'aprenentatge, la percepció... A més a més, el cervell també controla la transició entre l'estat de vigília i el son.

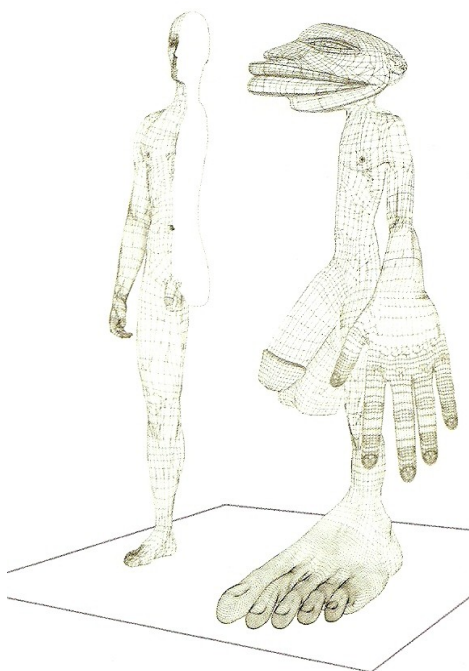


*Il·lustració 2: La sensibilitat als estímuls tàctils es localitza a l'escorça cerebral, concretament a la circumvolució parietal ascendent. En aquesta imatge podem veure l'àrea que destina la l'escorça cerebral a cada sector del cos.*

El telencèfal d'un adult pesa aproximadament 1,5 kg i té un volum aproximat de 1.130 cm<sup>3</sup> formant una estructura similar a mitja nou. Aquest òrgan està format per substància grisa, a la part exterior, constituïda per un conjunt de cossos de neurones, i per substància blanca a l'interior, que està formada per axons<sup>3</sup> i beines de mielina de les neurones.

La substància grisa es troba a la superfície del cervell, on forma l'escorça cerebral. L'escorça cerebral té una forma molt irregular, ja que presenta nombrosos replècs que formen solcs i fenedures. Les fenedures més profundes s'anomenen cissures i divideixen el cervell en quatre lòbuls: el lòbul frontal, parietal, temporal i occipital. Les fenedures que no són tan fondes són anomenades circumvolucions.

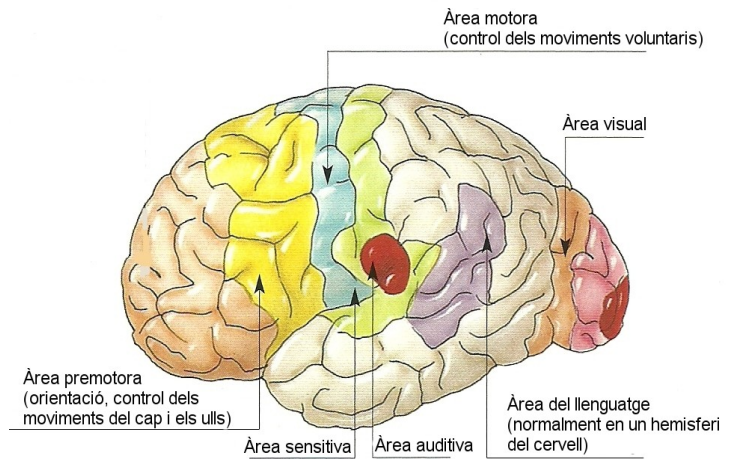
El cervell també es troba dividit en dues meitats, els hemisferis cerebrals. Els hemisferis estan connectats per una banda gruixuda de fibres nervioses anomenada cos callós. Són inversos l'un amb l'altre i, tot i que són molt semblants, no són simètrics. A més a més, els hemisferis divergeixen en algunes funcions i tenen una organització diferent.



*Il·lustració 3: Si cada part del cos fos proporcional a la seva sensibilitat, el nostre físic seria molt diferent. Cal destacar la grandària dels llavis, les mans, els peus i els genitals, les zones amb més sensibilitat (veure il·lustració 2).*

3 Axó: Part de la neurona especialitzada a conduir l'impuls nerviós des del còs cel·lular fins a una altra cèl·lula.

Tot i que encara hi ha moltes coses del funcionament cerebral que no es coneixen, s'han pogut localitzar algunes zones del cervell responsables de diverses funcions. Algunes d'aquestes funcions estan lligades a només un hemisferi, com el llenguatge, però hi ha funcions que estan localitzades en les dues parts del telencèfal. Per exemple, se sap que els moviments voluntaris s'originen a l'àrea motora, en la qual fins i tot es pot observar que cada sector s'associa específicament amb la mobilitat d'una part del cos. També es coneixen diverses zones sensorials, com l'àrea de la visió o la de l'audició.



*Il·lustració 4: La distribució d'algunes funcions cerebrals en el telencèfal. Cap destacar que l'àrea del llenguatge s'acostuma a trobar normalment a un sol hemisferi: l'hemisferi esquerre.*

### 1.1.1 Història de la localització cerebral

Un anatomista alemany, Franz Gall, va ser el primer que va proposar que el cervell no era una massa uniforme o que les facultats mentals variaven en funció de les diferents parts de l'òrgan. Gall va anunciar que havia descobert la situació dels fragments del cervell que provoquen l'amor, l'alegria i l'agressivitat a partir de la interpretació de diverses protuberàncies en la superfície del crani. Tot i això, aquesta afirmació de Gall ha resultat ser totalment falsa, ja que la forma del crani no determina les característiques mentals i emocionals de l'individu, a causa del fet que el gruix del crani varia i, per tant, la seva forma no reflecteix el cervell en si mateix.

La teoria de Gall, davant la insuficiència de proves, no va ser gaire acceptada entre els científics de l'època. Però, tot i això, la idea bàsica que cada regió cerebral controla una funció diferent va atreure bastants seguidors. El 1864, Paul Broca, un jove cirurgià, va examinar un pacient que havia presentat una pèrdua de la parla i una paràlisi d'algunes parts del seu cos i va veure que presentava una lesió a la part del lòbul frontal esquerre. Per tal que el seu estudi resultés més concloent, Broca va examinar alguns pacients amb les mateixes incapacitats que el primer malalt i l'anàlisi del cervell va resultar ser semblant.

Broca va informar a la societat dels seus descobriments i la Societat d'Antropologia de l'època va rebre els informes amb un gran entusiasme. A més a més, la porció que Broca havia determinat com a centre de la parla va rebre el nom d'Àrea de Broca.

Després dels descobriments de Broca, va sorgir el concepte de dominància cerebral, que es refereix a l'especialització de cada hemisferi cerebral cap a la integració i control de diverses funcions. El 1868, el neuròleg britànic John Hughlings Jackson va proposar la idea que hi havia un hemisferi líder, anomenat hemisferi automàtic. Jackson va concloure la seva teoria dient que,



en la majoria dels casos, l'hemisferi esquerre era el dominant i l'hemisferi dret, l'automàtic. Tot i això, aquesta teoria va resultar ser totalment errònia perquè els dos hemisferis presenten la mateixa importància. No n'hi ha cap de dominant.

Karl Wernicke va demostrar que la part posterior del lòbul temporal de l'hemisferi esquerre també determinava el llenguatge. Aquesta zona va rebre el nom del seu descobridor: Àrea de Wernicke.

Tots aquests descobriments van provocar que es donés més importància a l'hemisferi esquerre que al dret, del qual es suposava que no tenia cap funció. No obstant això, al cap d'un temps van començar a sorgir evidències que l'hemisferi dret també posseïa funcions especials. Així doncs, podem afirmar que el concepte de "dominància cerebral" és erroni, ja que ens porta cap a la idea que una meitat del cervell ens provoca el comportament. Aquest terme encara és àmpliament usat actualment, i fa subestimar el paper de l'hemisferi dret, que també és fonamental.

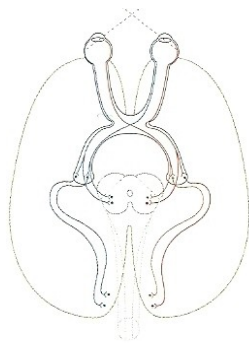
Els fets que van evidenciar que l'hemisferi dret també tenia unes funcions especials van començar el 1876, quan Jackson, que al principi havia proposat la teoria que un hemisferi era dominant, va proposar que l'hemisferi dret era la seu de la idealització visual. Jackson, per tal de formar la teoria, es va basar en l'estudi d'un pacient amb un tumor a l'hemisferi dret que presentava dificultats per poder reconèixer objectes, persones i llocs. Tot i les proves que va presentar Jackson, la comunitat científica de l'època no va acceptar la seva teoria, perquè la majoria dels científics es trobaven estudiant les diverses funcions de l'hemisferi esquerre.

Un important avenç va ser un estudi que es va fer amb pacients que presentaven lesions a l'hemisferi dret i amb d'altres amb lesions a l'hemisferi esquerre. L'estudi consistia en un seguit de proves psicològiques comunes que estaven preparades per tal de comparar els dos grups. Els resultats van demostrar que les lesions a l'hemisferi esquerre del cervell provocaven uns baixos rendiments en els tests relacionats amb la capacitat verbal. En canvi, els pacients que presentaven lesions a l'hemisferi dret van obtenir els resultats més pobres amb els tests relacionats amb problemes de relacions de formes, distàncies i espai. A més, també es van relacionar les lesions a l'hemisferi dret amb una pobra orientació.

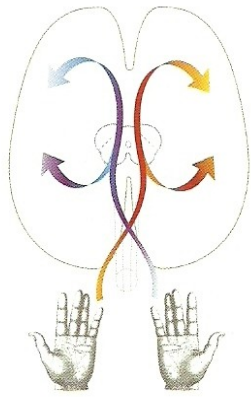
Cap al 1900 també es va descobrir que l'hemisferi dret controlava l'expressió musical: es va constatar l'existència de diversos pacients amb lesions a l'hemisferi dret que havien perdut la capacitat musical sense presentar canvis en la parla. També es van trobar casos en què el malalt presentava una lesió a l'hemisferi esquerre i que, tot i no poder parlar, podia cantar peces que havia après abans d'emmalaltir.

Totes aquestes proves van evidenciar que l'hemisferi dret no tenia una importància menor.

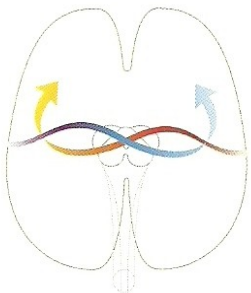
Actualment, sabem que l'hemisferi dret exerceix un paper vital en la conducta humana. Els dos hemisferis, doncs, contribueixen a desenvolupar complexes activitats mentals, tot i que tenen una organització i algunes funcions diferents. Sovint es parla d'hemisferi dominant referint-se a aquell que conté la funció lingüística.



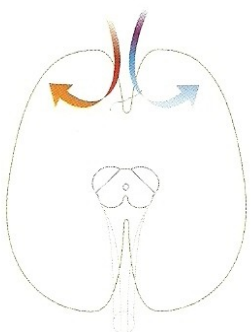
A: visió



B: tacte



C: oïda



D: olfacte

### 1.1.2 Els hemisferis cerebrals

El cervell o telencèfal està dividit en dues parts molt semblants: els hemisferis cerebrals. Els dos hemisferis estan units per unes fibres d'axons anomenades cos callós que connecten les cèl·lules del cervell d'un hemisferi amb les de l'altre. El cos callós és capaç de portar enormes quantitats d'informació d'un hemisferi a l'altre amb només mil·lèsimes de segon.

El sistema nerviós humà està connectat amb el cervell mitjançant una connexió creuada. L'hemisferi esquerre del cervell controla la part dreta del cos i l'hemisferi dret, la part esquerra. Així doncs, si patim una lesió a l'hemisferi dret del cervell, la part més afectada del cos serà l'esquerra, i viceversa.

El cervell humà passa pel seu moment més plàstic durant la infància. Si durant aquesta època un hemisferi és lesionat, l'altre pot assumir i complir les funcions que duia a terme exclusivament l'altra meitat. En canvi, a mesura que anem envellint, les funcions cerebrals es tornen més rígides i determinades. Així doncs, si es produeix una lesió cerebral en un individu adult, pot ser que li manquin les activitats que duia a terme l'hemisferi lesionat. Molts cops, la gent adulta que sofreix una lesió cerebral troba que les seves aptituds deteriorades milloren amb el temps a causa del fet que l'hemisferi sap portar a terme algunes activitats que hauria d'exercir l'altre hemisferi. Tot i així, el més probable és que no les faci amb tanta eficàcia com l'altre.

Per exemple, si has patit una lesió a l'hemisferi dret del cervell i la teva capacitat de reconèixer cares familiars s'ha vist alterada, l'hemisferi esquerre pot portar a terme l'activitat, però sense ser tan eficient. L'hemisferi esquerre es pot fixar amb els trets més representatius de cada persona i després comparar-los amb les anotacions mentals que ja havia fet anteriorment. Una persona sense una lesió d'aquest tipus, en canvi, no necessita pensar per tal de reconèixer una cara.

El cervell humà presenta una asimetria funcional i, a més, cada hemisferi s'organitza de manera diferent. Com explica Rita Carter, una prestigiosa neuròloga: " El cervell humà és la unió de dues ments. [...] Cada meitat d'un cervell madur té les seves pròpies fortaleces i debilitats, les seves pròpies maneres de

*Il·lustració 5: La major part de la informació que rep el cervell es processa mitjançant una connexió creuada. Tot i així, la informació olfactiva n'és una excepció, ja que es processen al mateix costat on és captada.*

processar la informació i les seves capacitats. Els dos hemisferis poden, inclús, existir en dos regnes diferents de la consciència: són, de fet, dos individus diferents dins d'un mateix crani.”<sup>4</sup>

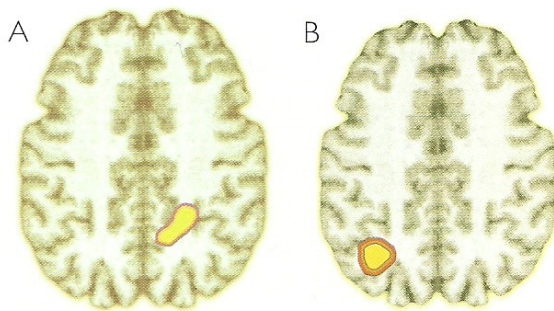
La majoria de les activitats mentals que realitzem estan lateralitzades, és a dir, es realitzen a partir dels dos hemisferis. No se sap amb exactitud com es porta a terme aquest fenomen, però es creu que la informació entra al cervell i es divideix en diverses vies que es dirigeixen cap a la zona del cervell que s'encarrega d'aquella funció. Això es pot veure en un escàner, en què s'il·lumina més la zona del cervell que es troba en plena activitat. És molt difícil determinar exactament quines funcions presenta cada hemisferi, a causa de la seva interacció constant. El cervell, a més, és molt dúctil i les seves connexions poden estar influenciades per tot tipus de factors externs. Així doncs, un cervell tipificat, sense cap lesió, pot organitzar-se de forma atípica. Per exemple, se sap que el llenguatge està atípicament organitzat en el 5% de les persones.

### 1.1.2.1 L'hemisferi esquerre

L'hemisferi esquerre típic processa la informació de manera analítica i seqüencial, pas a pas, de forma lògica i lineal. Aquest hemisferi és calculador, verbal (usa paraules per descriure i nombrar) i temporal (segueix el pas del temps i relaciona el passat amb el present i el futur). Aquesta part del cervell treu conclusions basades en la raó.

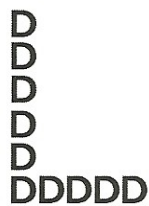
Les funcions específiques que presenta l'hemisferi esquerre són les següents: el llenguatge i la capacitat d'anàlisi i d'executar raonaments lògics; també és la part que s'encarrega de resoldre els problemes matemàtics, fer deduccions i treballar amb informació teòrica.

Il·lustració 6



Si ens fixem en la lletra L (formada per totes les D) de la il·lustració 7, generarem activitat a l'hemisferi dret (A) (veure il·lustració 6) que, al processar de manera global, es fixa en l'aglomeració de D.

En canvi, si mirem les lletres D, provoquem l'activació de l'hemisferi esquerre (B) que, al processar de forma lineal, no global, es fixa en cada D.



Il·lustració 7

insensible, no s'encarrega d'elaborar ni mostrar les emocions i els sentiments. Aquesta part del cervell està dissenyada per tal de captar els detalls del present i classificar i organitzar tota aquesta informació, associant-la amb allò que hem après del passat i projectant-la cap al futur. És la meitat del cervell que es preocupa exclusivament de l'individu i no li interessen les relacions que s'estableixen entre les persones.

<sup>4</sup> Carter, Rita (2002). *El nuevo mapa del cerebro: Guía ilustrada de los descubrimientos más recientes para comprender el funcionamiento de la mente.*

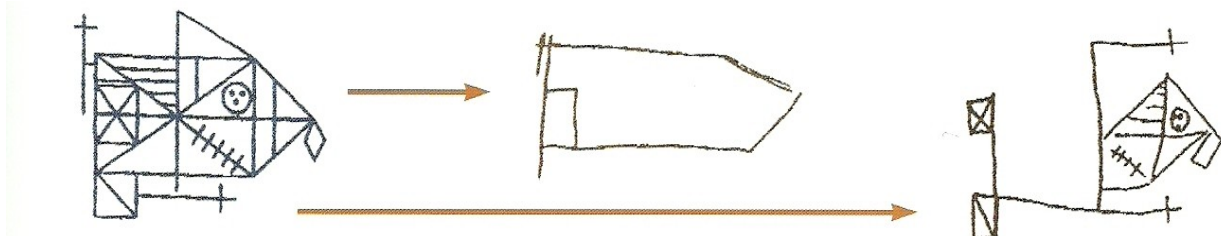
### 1.1.2.2 L'hemisferi dret

L'hemisferi dret d'un telencèfal típicament organitzat, processa la informació de manera global, sense cap mena d'ordre. Aquest hemisferi és intuïtiu, però no lògic i pensa en símbols, imatges i sentiments, però no en paraules. Té, a més, una gran capacitat imaginativa, espacial i perceptiva. És relacional, és a dir, intenta saber com encaixen i es relacionen les informacions que rep. L'hemisferi dret no presenta cap sentit del temps, se centra en el moment present i ens dóna la informació de l'aparença del moment actual. L'hemisferi dret, a més, no és racional.

L'hemisferi dret està relacionat amb l'expressió no verbal. Les funcions que trobem en aquest hemisferi són les següents: la percepció, l'orientació espacial, la conducta emocional i la facultat per expressar i captar emocions i sentiments, la intuïció, el reconeixement de records, cares, veus i melodies i l'expressió musical. Gràcies a l'hemisferi dret podem entendre les metàfores, somniem i ens emocionem.

L'hemisferi dret és la part emocional del cervell i li preocupen les relacions que s'estableixen entre els individus. Per això la gent que pateix una lesió en l'hemisferi esquerre reacciona amb molta més emotivitat, ja que l'hemisferi dret "inunda" la consciència amb els sentiments pessimistes que emet. En canvi, normalment, quan un pacient pateix una lesió a l'hemisferi dret mostra indiferència sobre el seu estat. Aquesta indiferència pot arribar a un extrem en què els pacients amb lesions a l'hemisferi dret no s'adonin que pateixen incapacitats tan serioses com una paràlisi, o inclús una ceguera. Aquest estat s'anomena anosognosia.

Tota aquesta informació ha promogut una petita indústria de llibres i cursos per aprendre a utilitzar i a pensar amb l'hemisferi dret. Així doncs, han aparegut llibres per aprendre a dibuixar amb l'hemisferi dret, per exemple. Això és degut al fet que s'associa l'hemisferi dret amb la creativitat, l'empatia, les relacions entre les persones, les emocions... I, en canvi, es relaciona l'hemisferi esquerre amb el materialisme i l'individualisme. La coneguda neuroanatomista Jill Bolte Taylor, al final d'una conferència, va dir, referint-se als hemisferis del cervell: "Crec que com més temps passem elegint la profunda pau del nostre cervell dret, major serà la pau que projectem al món, i el nostre planeta serà més pacífic. I crec que aquesta idea val la pena comunicar-la." <sup>5</sup>.



*Il·lustració 8: Durant una investigació, es va demanar a diversos pacients amb lesions en un sol hemisferi que mirassin la primera figura i que la copiessin després.*

*La segona figura és l'intent típic d'un pacient amb lesió a l'hemisferi esquerre: el contorn està bé, però es deixen els detalls interns de la figura.*

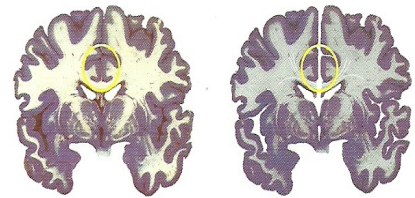
*La tercera figura pertany als pacients amb una lesió a l'hemisferi dret. En aquesta figura, el pacient dibuixa només els detalls i es deixa el contorn.*

<sup>5</sup> Dr. Jill Bolte Taylor (2008). *My stroke of Insight*.

### 1.1.3 Escissió cerebral

L'escissió cerebral és un procediment en el qual es tallen les fibres nervioses que connecten els dos hemisferis cerebrals, el cos callós. Aquest tractament quirúrgic s'utilitza per controlar alguns casos d'epilèpsia greu. Popularment es diu que els pacients que han estat operats quirúrgicament d'escissió cerebral tenen el cervell partit.

Les primeres operacions per tal de pal·liar l'epilèpsia es van dur a terme el 1940, ja que anteriorment alguns investigadors havien observat que els tumors situats al cos callós a vegades disminuïen la incidència d'atacs en pacients epilèptics. Tot i això, l'experimentació animal havia mostrat que les conseqüències de la cirurgia d'escissió



*Il·lustració 9: Al segon cervell se li han tallat les fibres del cos callós mitjançant l'escissió cerebral.*

cerebral en organismes sans eren mínimes. El comportament dels monos amb escissió cerebral, per exemple, no es diferenciava del que mostraven abans de l'operació.

El 1940, William Van Wagenen va realitzar les primeres operacions d'escissió cerebral. No obstant, l'èxit de frenar els atacs va variar molt segons el pacient.

#### 1.1.3.1 L'experiment de Myers i Sperry

Una dècada més tard, Ronald Myers i Roger Sperry van demostrar que la informació visual presentada en un hemisferi d'un gat amb el cos callós seccionat no servia per a l'altre hemisferi. En els gats, el sistema visual està confeccionat de forma que cada ull projecta el que ha visualitzat als dos hemisferis. Però, si es talla el cos callós, la informació vista per l'ull esquerre només és enviada a l'hemisferi esquerre i la de l'ull dret, a l'hemisferi dret.

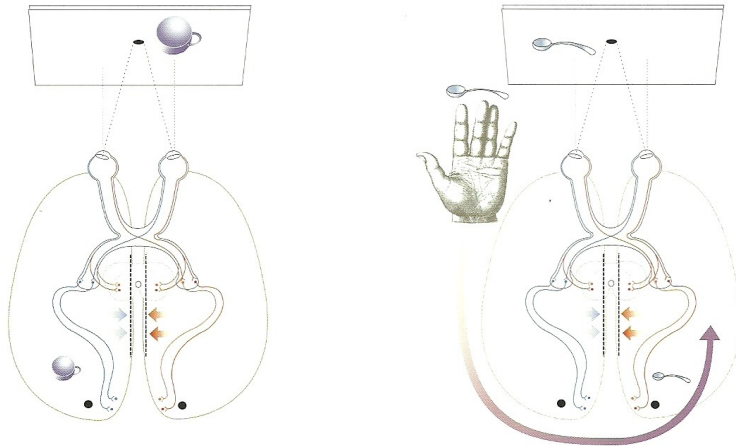
Myers i Sperry, després d'efectuar l'operació, van ensenyar als gats a prémer una palanca quan l'animal veia un cercle. L'entrenament es va efectuar amb un ull tapat, que sempre era el mateix. Els gats normals podien efectuar el treball que havien après amb qualsevol dels dos ulls, després de l'entrenament amb només un.

Els gats operats que havien fet l'entrenament amb un sol ull, en canvi, podien aprendre bé la tasca, però quan la bena es passava a l'altre ull, el gat no podia realitzar la feina. De fet, era necessari gastar tant de temps per tal d'aprendre-la com la primera vegada. Myers i Sperry van concloure que havien entrenat solament mig cervell.

#### 1.1.3.2 L'experiment de Gazzaniga i Sperry

Anys després, Michael Gazzaniga i Roger Sperry altre cop van experimentar amb N.G., una dona californiana a qui havien practicat una escissió cerebral. Els científics van col·locar la dona davant d'una pantalla que tenia un punt negre al centre i li van demanar que fixés la vista en el punt, assegurant-se així que les imatges que entraven pels seus ulls des d'un costat arribessin

solament a un hemisferi. Després, van projectar breument la imatge d'una tassa a la dreta del punt i van mantenir-la durant una vigèsima de segon, que és el temps necessari perquè una imatge es registri al cervell, però no és suficient perquè una persona mogui els ulls, els enfoqui i pugui enviar la imatge als dos hemisferis. Així doncs, la imatge de la tassa va arribar solament a l'hemisferi esquerre de N.G., seguint la connexió creuada i allà es va aturar, ja que el cos callós estava tallat. Tot i això, quan se li va preguntar a la dona què havia vist va respondre: "Una tassa".



*Il·lustració 10: A la primera figura, la imatge de la tassa arriba a l'hemisferi esquerre i, al tenir el cos callós tallat, la informació no pot seguir cap a l'hemisferi dret.*

*A la segona figura, la imatge de la cullera arriba a l'hemisferi dret, però com que aquest no s'expressa amb paraules, N.G. no pot anomenar que havia vist, tot i que la mà esquerra ho "sabia" perquè està connectada a l'hemisferi dret.*

agafar la cullera. Els examinadors, llavors, li van preguntar què tenia a la mà i N.G. va respondre: "Un llapis".

Finalment, a l'esquerre del punt van projectar una dona nua. La pacient, llavors, es va posar vermella i va començar a riure, però, quan li van demanar què havia vist, ella no va saber què respondre.

Sperry i Gazzaniga van poder extreure una conclusió important de totes aquestes respostes. N.G. era dretana i, com la majoria de les persones dretanes, tenia situada l'àrea del llenguatge a l'hemisferi esquerre. Per tant, quan s'enviava la imatge de la tassa a l'hemisferi esquerre (a partir de l'ull dret, a causa de la connexió creuada), la dona podia veure i anomenar l'objecte. Tot i això, quan es transmetia la imatge de la cullera a l'hemisferi dret, aquest no era capaç d'anomenar el que havia vist. Les paraules que va pronunciar N.G.: "No veig res", havien sorgit de l'hemisferi esquerre que, efectivament, no havia pogut visualitzar res, ja que estava aïllat de l'hemisferi dret.

Tot i això, la imatge de la cullera estava present a l'hemisferi dret i quan es va demanar a la pacient que agafés l'objecte amb la mà esquerra (que està connectada a l'hemisferi dret), la dona va poder efectuar-ho correctament. Malgrat això, quan els examinadors li van demanar què

Seguidament, es va projectar la imatge d'una cullera a l'esquerre del punt per tal que entrés a l'hemisferi dret de N.G.. Aquest cop, quan es va preguntar a la dona què havia vist, va respondre que res. Després, els examinadors li van demanar que agafés un objecte que fos igual que el que havia aparegut a la pantalla entre un grup de coses que estaven amagades sota d'un mocador. Li van explicar que ho havia de fer amb la mà esquerra i guiant-se només pel tacte. La dona, després de vacil·lar una mica, va decidir

havia recollit, l'hemisferi dret no va poder anomenar-ho. Llavors, l'hemisferi esquerre va intentar deduir què hi podia haver a la mà esquerra, ja que no podia veure-la perquè estava tapada, ni sentir-la perquè els estímuls sensorials de la mà esquerra es dirigeixen a l'hemisferi dret. L'hemisferi esquerre va concloure que, per la mida de la mà, era probable que l'objecte fos un llapis i així ho va dir.

Finalment, la pacient va veure la imatge de la dona amb l'hemisferi dret i va processar-la amb una reacció no verbal: la rialla i el fet de posar-se vermella. Tot i així, l'hemisferi esquerre no havia vist la imatge i, per tant, quan es va demanar a la dona què havia vist, es va veure obligada a respondre que no ho sabia.

### 1.1.3.3 L'experiment de LeDoux i Gazzaniga

P.S. era un noi dretà de 16 anys que presentava l'escissió cerebral i va ser examinat per Michael Gazzaniga i Joseph LeDoux. Els dos científics van descobrir que P.S. tenia una organització atípica del cervell i que el seu hemisferi dret també contenia suficient capacitat de llenguatge per poder entendre frases.

Establir contacte verbal exclusivament amb un hemisferi era molt complicat, ja que les preguntes orals no poden ser enviades només a un hemisferi determinat, perquè l'hemisferi esquerre les recull i les contesta directament.

Tot i això, Gazzaniga i LeDoux van poder solucionar el problema presentant-li a P.S. frases orals que no eren completes. Les paraules claus que faltaven eren enviades a l'hemisferi dret de forma visual. Deien, per exemple: "Si us plau, pots lletrejar la paraula...?" i llavors projectaven la paraula *màquina* al camp visual esquerre. Així doncs, els dos científics s'asseguraven que l'hemisferi dret fos l'única meitat que disposés de tota la informació necessària per contestar la resposta. L'hemisferi dret de P.S. no era capaç de parlar, però podia escriure les contestacions mitjançant la mà esquerra. P.S. escrivia ordenant unes fitxes de cartró que contenien les lletres de l'alfabet.

La majoria de les respostes que donava l'hemisferi dret de P.S. no variaven de les que havia donat l'esquerre. Tot i això, l'hemisferi dret diferia de l'esquerre en alguns aspectes. Va sorprendre, sobretot, la resposta que van donar els dos hemisferis quan se'ls va demanar quines eren les seves ambicions.

Els examinadors li van preguntar a P.S. què volia fer quan acabés el batxillerat. Primer de tot, li van demanar a l'hemisferi esquerre, que va contestar que volia ser delineant i que ja havia començat a practicar. Després, li van preguntar a l'hemisferi dret projectant la paraula *batxillerat* a la pantalla que estava al camp visual de l'ull esquerre de P.S. La mà esquerra del noi va ordenar les lletres de cartró per formar el mot "A-U-T-O-R-A-C-E".

El fet que els dos hemisferis entressin en conflicte ens demostra que potser el nostre hemisferi mut pot contenir idees ocultes que no pot expressar i que, per tant, no coneixem. Això suggereix que tots podem portar un presoner mut dintre del nostre cap, amb una personalitat,

unes ambicions i una percepció molt diferent del que coneixem. Així doncs, la nostra consciència podria provenir solament de l'hemisferi que es pot expressar amb paraules. Roger Sperry va escriure, després d'observar durant força temps pacients amb una escissió cerebral: "Tot el que hem vist indica que la cirurgia ha deixat aquesta gent amb dues ments diferents. És a dir, amb dues esferes de consciència separades." <sup>6</sup>.

Aquesta, però, no és l'única interpretació possible; també s'ha formulat una hipòtesi que creu que hi ha una alternança de la consciència entre els dos hemisferis. Tot i això, es creu que la teoria més possible és la primera.

## 2 EL SISTEMA NERVIÓS PERIFÈRIC (SNP)

El sistema nerviós perifèric està integrat pels nombrosos nervis que emergeixen directament de l'encèfal, els parells cranials, i els que neixen de la medul·la espinal, els nervis espinals. A diferència del sistema nerviós central, el sistema nerviós perifèric no està protegit per ossos ni membranes i, per tant, està més exposat a patir algunes ferides.

El sistema nerviós perifèric actua com a transmissor dels estímuls que es dirigeixen cap a l'encèfal i de les ordres superiors que van als òrgans encarregats de complir-les.

El SNP es divideix en el sistema nerviós somàtic i el sistema nerviós autònom.

El sistema nerviós somàtic (SNS) s'encarrega de totes aquelles funcions que són voluntàries i està format per neurones que porten la informació des dels receptors sensorials fins al sistema nerviós central. El SNS té dues vies: una d'entrada, on rep la informació que prové dels receptors sensorials i la dirigeix al SNC, i una de sortida, on transmet la resposta voluntària efectuada pel SNC fins als òrgans encarregats d'executar-la. En el sistema nerviós somàtic diferenciem el següent: els nervis espinals, que són els que envien informació sensorial des del tronc i les extremitats, i els nervis cranials que són aquells que gestionen la informació del cap. Trobem dotze nervis cranials, entre els quals destaquen el nervi olfatori, que condueix les sensacions olfatives des de les fosses nassals fins al cervell i el nervi òptic, que dirigeix les sensacions visuals des de la retina de l'ull fins al cervell.

El sistema nerviós autònom (S.N.A) és el que s'encarrega de les funcions involuntàries, com un batec del cor o la mida de la pupil·la. El S.N.A està format per unes fibres que emergeixen del S.N.C. A vegades, el S.N.A actua a partir d'un circuit anomenat arc reflex: la medul·la espinal elabora una resposta i d'altres fibres la condueixen als òrgans encarregats d'efectuar-la. Per exemple, nosaltres actuem fent un arc reflex quan rebem un petit cop al tendó del genoll i estirem la cama de manera automàtica.

---

<sup>6</sup> Carter, Rita. (2002). *El nuevo mapa del cerebro: Guía ilustrada de los descubrimientos más recientes para comprender el funcionamiento de la mente*



## 2.1 Els nervis espinals

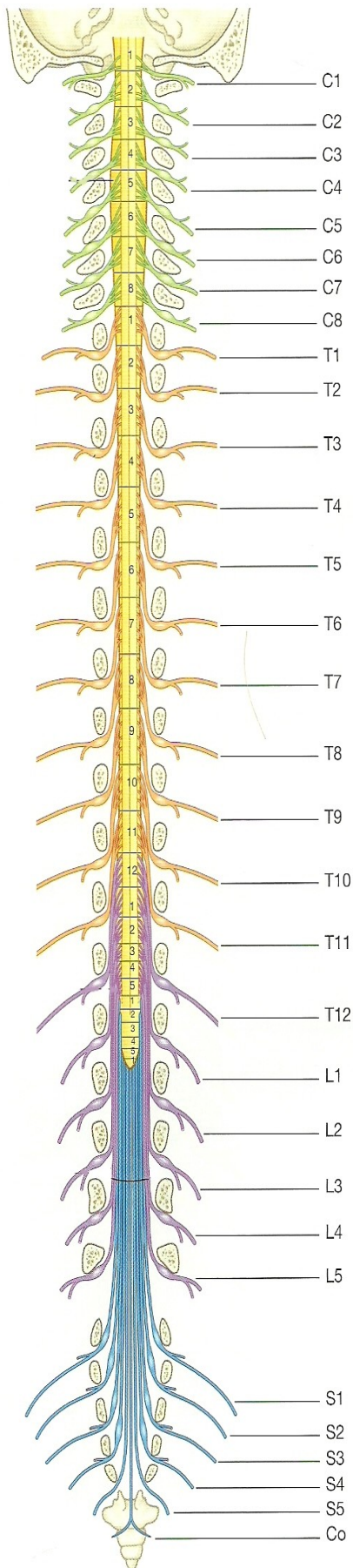
Els nervis espinals, també coneguts com a nervis raquidis, són un grup de fibres que provenen de la medul·la espinal i que es distribueixen a diverses zones del cos.

Cada nervi espinal està connectat a la medul·la espinal per dues parts: l'anterior i la posterior. De la part anterior de la medul·la espinal emergeixen les fibres nervioses motores i, de la posterior, en sobresurten les fibres nervioses sensibles. Cada nervi espinal està format per una fibra nerviosa motora i una fibra sensible.

De la medul·la espinal surten 31 parells de nervis raquidis, les ramificacions dels quals arriben a totes les zones de l'organisme. Es divideixen en els següents: vuit nervis cervicals (C1-C8), dotze nervis toràcics (T1-T12), cinc nervis lumbar (L1-L5), cinc nervis sacres (S1-S5) i un nervi còccix (Co). Els 31 parells de nervis s'anomenen segons la vèrtebra a què estan associats; és a dir, si un nervi sorgeix de la vèrtebra C3, aquest s'anomenarà igual, C3.

La medul·la espinal és molt més curta que la columna vertebral. En els adults, la medul·la espinal finalitza, normalment, entre les vèrtebres L1 i L2. Per sota del final de la medul·la espinal, els nervis s'agrupen formant la cua de cavall ("cauda equina").

El primer nervi cervical (C1) surt entre el crani i la vèrtebra C1. Per tant, els nervis cervicals entre C2 i C7 també sorgeixen per sobre de les seves respectives vèrtebres. En canvi, com que només hi ha set vèrtebres cervicals, el nervi C8 emergeix entre les vèrtebres C7 i T1. I, com a conseqüència, tots els nervis raquidis restants surten per sota de les seves vèrtebres respectives.



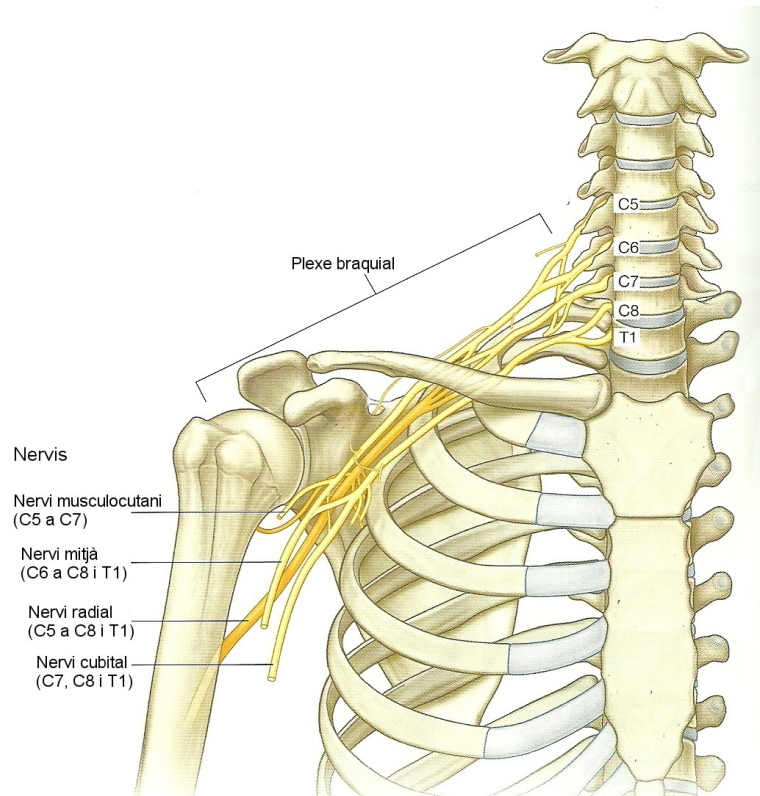
Il·lustració 11: Estructura dels nervis que es troben a la medul·la espinal.

### 2.1.1 Nervis de l'extremitat superior

La innervació<sup>7</sup> de l'extremitat superior prové del plexe braquial, que és un entrecreuament nerviós format pels nervis espinals C5, C6, C7, C8 i T1. Aquest plexe es forma al coll i es dirigeix cap a l'axil·la. Els nervis que intervenen en el moviment de la mà, l'avantbraç i el braç s'originen en el plexe braquial. Els nervis que es formen són, principalment: el nervi musculocutani, el nervi mitjà, el nervi radial i el nervi cubital.

El nervi musculocutani es forma a partir de fibres dels nervis C5, C6 i C7. El nervi mitjà i el nervi radial són la unió de fibres dels nervis C5 a C8 i T1. Finalment, el nervi cubital està format per fibres de les fibres nervioses C7, C8 i T1.

La mà està formada, sobretot, pels nervis cubital, mitjà i radial.



Il·lustració 12: Innervació de l'extremitat superior.

## III ESQUERRANS I DRETANS

La gran majoria de persones utilitzen la mà dreta per escriure i elaborar altres activitats manuals. Tot i així, aproximadament un 10% de la societat és esquerrana. A més a més, una gran varietat de proves històriques suggereixen que aquests percentatges s'han mantingut des de l'època prehistòrica. Aquestes evidències consisteixen en diversos dibuixos trobats a les parets de les coves i tombes egípcies, els quals mostren la gent fent activitats amb la mà dreta i en una anàlisi de diverses eines i armes paleolítiques que suggereixen que estaven fetes amb i per la mà dreta. També s'han trobat algunes proves, però no són tan evidents, com l'estudi d'un crani de mono fossilitzat amb fractures produïdes per l'extremitat superior dreta de diversos éssers humans.

Els animals també mostren preferència per alguna de les potes. Tot i això, es divideixen per igual entre els que prefereixen l'extremitat dreta i l'extremitat esquerra.

<sup>7</sup> Innervació: Conjunt dels nervis sobre els diferents òrgans o les diferents regions.

Com ja havíem dit anteriorment, el sistema nerviós dels humans està format per una connexió creuada. D'aquesta manera, l'hemisferi dret del cervell controla tota la part esquerra del cos, incloent l'extremitat superior esquerra, i l'hemisferi esquerre controla el fragment dret del cos. No obstant això, hi ha alguns cervells que són neurològicament anormals, és a dir, que no estan organitzats de la forma habitual.

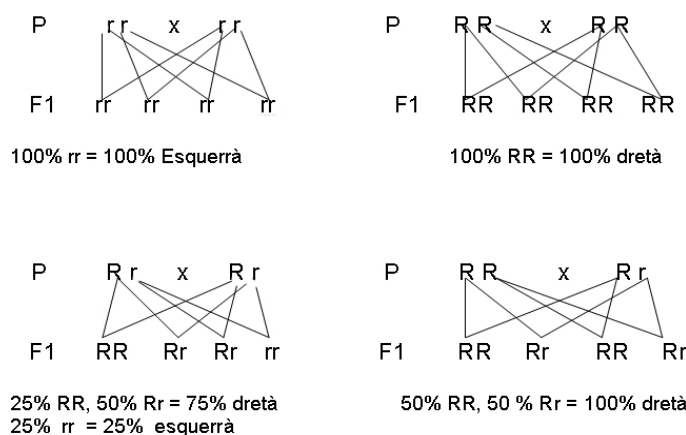
Abans de considerar les teories sobre l'ús manual, és important veure com s'avalua si una persona és dretana o esquerrana. La dificultat sorgeix del fet que poca gent utilitza exclusivament una mà per realitzar totes les activitats.

Actualment, els científics creuen que la millor manera de determinar si un subjecte és dretà o esquerrà és observar l'individu mentre efectua diverses activitats.

Hi ha individus que es classifiquen d'ambidextres. Són aquelles persones que poden emprar indiferentment la mà esquerra o la mà dreta per realitzar totes les activitats. Tot i això, és difícil establir una línia divisòria entre aquells que són realment ambidextres i aquelles persones que tenen un ús manual mixt i utilitzen una mà per a unes accions concretes.

## 1 TEORIES GENÈTIQUES<sup>8</sup>

Hi ha diverses teories que creuen que ser esquerrà és hereditari. A partir de diverses enquestes s'ha conegut que la probabilitat que dos pares dretans tinguin un fill esquerrà és d'un 2%. En canvi, si un dels pares és esquerrà la possibilitat augmenta fins a un 17% i un 46% si els dos ho són. També s'ha dit que si un dels pares és esquerrà i l'altre no, serà la mare qui tingui una major influència sobre el fill. Per tant, una mare esquerrana i un pare dretà tenen més possibilitats de tenir fills esquerrans que un pare esquerrà i una mare dretana. Aquestes xifres proposen que els gens exerceixen un paper determinant en l'ús manual.



*Pedigrí 1: Aquesta imatge ens mostra els diversos encreuaments que hi pot haver en la teoria genètica inicial. Fixem-nos que dos pares esquerrans mai podran tenir un fill amb un domini major de la mà dreta.*

### 1.1 La teoria genètica inicial

Una de les primeres teories genètiques proposava que l'ús d'una o de l'altra mà era conseqüència de l'acció d'un sol gen. El gen dominant, denominat R, codificava per a l'ús de la mà dreta i el gen recessiu, anomenat r, codificava per a la mà esquerra. Un individu que heretés el gen dominant de cada progenitor seria RR i, per tant, dretà. També seria dretà el

<sup>8</sup> En genètica, cada individu té dos al·lells, un provinent de la mare i l'altre del pare. Aquests al·lells poden ser dominants, si impedeixen l'expressió del seu company, o recessius, si no s'expressen quan el seu company és dominant. De cada progenitor, s'elegeix un dels dos al·lells a l'atzar, que formaran els al·lells del nou individu. Un individu pot ser homocigòtic o pur, si té els dos al·lells iguals per un mateix caràcter, o heterocigòtic o híbrid, si té els dos al·lells per a un caràcter determinat.

subjecte híbrid que provingués d'un gen dominant i d'un gen recessiu, Rr, ja que el gen R és dominant.

Aquesta teoria, però, no pot explicar perquè el 54% dels descendents d'esquerrans són dretans (veure pedigrí 1). Seguint el model mendelià, la descendència dels progenitors esquerrans (rr) ha de ser homozigòtica recessiva (rr) i, per tant, esquerrana, ja que l'al·lel r és l'únic que els pares esquerrans poden transmetre a la seva descendència.

Es va intentar rescatar la hipòtesi al·legant que alguns individus que compartien els mateixos gens no els expressaven de la mateixa manera. Seguint aquesta pauta, es va suggerir que alguns individus amb els gens Rr podrien ser esquerrans. Tot i aquesta variable inclosa, aquesta hipòtesi no ha estat mai suficientment satisfactòria i no se li ha atorgat gaire atenció.

P RrCc x RrCc

F1	RR	Rr	Rr	rr
CC	RRCC	RrCC	RrCC	rrCC
Cc	RRCc	RrCc	RrCc	rrCc
Cc	RRCc	RrCc	RrCc	rrCc
cc	RRcc	Rrcc	Rrcc	rrcc

1/16 RRCC, 2/16 RRCc, 2/16 RrCC, 4/16 RrCc= funció del llenguatge a l'hemisferi esquerre i domini de la mà dreta (connexió creuada)

1/16 RRcc, 2/16 Rrcc= funció del llenguatge a l'hemisferi esquerre i domini de la mà esquerra

1/16 rrCC, 2/16 rrCc= funció del llenguatge a l'hemisferi dret i domini de la mà esquerra (connexió creuada)

1/16 rrcc= funció del llenguatge a l'hemisferi dret i domini de la mà dreta

Taula 1: Aquesta taula mostra els possibles descendents de l'encreuament entre RrCc i RrCc i les possibilitats de que tinguin uns gens o uns altres.

l'hemisferi dret, la part dreta. Així doncs, seguint aquesta teoria, una persona amb un genotip RrCc, per exemple, tindrà un hemisferi esquerre que li controli la parla i serà dretà, ja que es duu a terme la connexió creuada. En canvi, una altra persona amb un genotip rrcc tindrà un hemisferi dret per a la parla i serà dretà, o un subjecte Rrcc tindrà un hemisferi esquerre que controli la funció del llenguatge i també serà esquerrà, ja que no es duu a terme la connexió creuada.

Aquesta teoria explica perquè hi ha més esquerrans que dretans que tinguin la funció del llenguatge a l'hemisferi dret (veure taula 1). Per exemple, si encreuem dos individus heterozigòtics

## 1.2 La teoria de Levy i Nagylaki

La següent teoria va ser aportada per Jerre Levy i Thomas Nagylaki. Ells dos van suggerir que l'ús manual estava dictat per dos caràcters<sup>9</sup>. Un dels dos determinarà l'hemisferi que controlarà la parla i tindrà dos al·lells diferents. L'al·lel dominant R provocarà que l'hemisferi esquerre contingui la funció del llenguatge i l'al·lel recessiu r farà que l'hemisferi dret posseeixi la funció de la parla.

El segon gen determinarà si es duu a terme la connexió creuada o no. Si els hemisferis controlen la part contrària del cos i, per tant, es porta a terme la connexió creuada, el gen serà dominant, C. En canvi, si l'individu és un cas excepcional i no duu a terme la connexió creuada, el gen serà recessiu, c. És a dir, l'individu serà CC o Cc si l'hemisferi esquerre controla la part dreta del cos i a l'inrevés. Contràriament, el subjecte serà cc si l'hemisferi esquerre controla el fragment esquerre del cos i

<sup>9</sup> Caràcter: és cadascuna de les característiques que s'hereten de pares a fills.

per als dos caràcters, les probabilitats que el descendent sigui rrcc (funció de la parla a l'hemisferi dret i domini de la mà dreta) són 1/16 i, en canvi, les possibilitats que el nou individu sigui rrCC o rrCc (funció de llenguatge a l'hemisferi dret i domini de la mà esquerra) són de 3/16.

Tot i això, aquest model no va resultar gaire satisfactori perquè la comunitat científica va trobar poc probable que un gen determinés la connexió creuada o no.

### 1.3 La teoria d'Annett i de Klar

La tercera teoria genètica va ser confeccionada per Marlon Annett, de la Universitat de Hull. Annett va proposar que la majoria d'individus posseeixen un gen que, quan hi és present, fa que el subjecte sigui dretà. Annett va anomenar aquest factor "canvi dret". Quan aquest factor està absent, l'individu té el 50% de probabilitat de ser dretà i el 50% de ser esquerrà.

Amar Klar amb d'altres científics de la universitat d'Oxford van aportar una teoria semblant, amb la diferència que van identificar el gen que Annett havia denominat "canvi dret" com el gen LRRTM1. Amar Klar va explicar que el gen LRRTM1, que era transmès a la descendència, determinava que l'individu fos dretà. Davant l'absència del gen, hi havia les mateixes possibilitats de ser esquerrà o dretà. El gen LRRTM1 també és conegut com a "gen de la lateralitat".

Klar va precisar que a un 20% de les persones els manca el gen. D'aquest grup, la meitat seran esquerrans i l'altra meitat dretans i, per tant, la població que usa la mà esquerra és el 10%.

En un futur, Klar té la intenció d'aïllar aquest segment d'ADN i es planteja realitzar un estudi que durarà tres anys. Aquesta exploració consistirà a prendre mostres d'ADN als integrants d'un centenar de famílies que tinguin al menys un dels pares dretans i dos fills esquerrans.

Al gen LRRTM1 també se li atorguen altres funcions, a part de determinar quina mà s'utilitza preferentment. S'ha dit, per exemple, que la manifestació del gen fa augmentar les possibilitats de patir esquizofrènia.

La teoria de Klar ha estat força aprovada perquè pot explicar perquè del 18% dels bessons homozigòtics un és dretà i l'altre esquerrà, tenint el mateix material genètic. L'explicació podria ser que els bessons no posseeixin el factor "canvi dret" i, per tant, seria elegit a l'atzar i tindrien un 50% de possibilitats de ser dretans i un 50% de ser esquerrans. Aquesta és la teoria que actualment té més seguidors, encara que tampoc no pot explicar a què es deu que hi hagi ambidextres.

## 2 TEORIES AMBIENTALS

Hi ha diverses teories que exposen que els factors ambientals també tenen una importància determinant en l'ús de les mans. Es creu que l'educació i les experiències que es viuen durant la infància són decisives a l'hora de decantar l'individu cap a l'ús d'una de les dues mans.

Hi ha diverses hipòtesis que creuen que l'ús manual depèn de diversos factors genètics i ambientals.

## 2.1 La teoria de Stanley Coren

El psicòleg Stanley Coren, conegut per una sèrie de llibres sobre la capacitat mental dels gossos, considera que ser esquerrà es deu a un trauma prenatal. Coren ha escrit "El síndrome de l'esquerrà" ("The left-hander syndrome"), en el qual explica que les persones som dretanes per naturalesa i que alguna ferida o lesió a l'embrió o al fetus, durant el període de l'embaràs o durant el part, pot provocar que el nou individu utilitzi preferentment la mà esquerra.

Coren explica que, si la mare del nou individu té més de 30 anys, les probabilitats que el nou ésser sigui esquerrà augmenten un 25%, ja que hi ha més probabilitats que l'embrió o el fetus pateixi una lesió.

Stanley Coren, amb la col·laboració de Diane F. Halpern, va elaborar un estudi que va provocar molta polèmica. Aquest mostrava que els esquerrans tenien una esperança de vida menor que els dretans. Coren i Halpern van declarar que els esquerrans sovint morien més joves a causa d'accidents o problemes associats amb el sistema immunològic. Stanley Coren va associar els problemes amb el sistema immunològic amb una conseqüència a llarg termini del trauma prenatal. Tot i que aquest estudi de Coren i Halpern va originar molta controvèrsia, hi ha diversos científics que en són seguidors.

També hi ha alguns científics que han presentat una hipòtesi que anuncia que hi pot haver dos tipus d'esquerrans, uns que siguin naturals i uns altres que siguin provocats pel trauma prenatal explicat per Coren. Aquest segon grup pot ser més susceptible a problemes relacionats amb el sistema immunològic que, en algun cas, els pot escurçar la vida.

Un altre científic, Paul Bakan, afirma que tot el maneig de la mà esquerra és patològic i que alguns traumatismes produïts en el naixement poden influir-hi. Bakan, per tal d'elaborar la seva teoria, es va basar en estudis realitzats amb esquerrans que havien patit danys neurològics.

Bakan, a més, va recollir dades que demostraven que tant els esquerrans com els seus familiars tenien una alta incidència de traumatismes de naixement. Aquesta informació suggeria que la tendència familiar per a l'ús manual esquerre és conseqüència d'un augment de base genètica que influeix en el risc de patir traumatismes en el naixement.

## 2.2 La teoria dels ultrasons

S'ha dit que els escàners d'ultrasons utilitzats en el seguiment de l'embaràs poden afectar el cervell de l'embrió. Els ultrasons, segons aquesta hipòtesi, provoquen que un major nombre d'embrions desenvolupi la mobilitat de la mà esquerra. La hipòtesi explica que els ultrasons causen un dany a l'hemisferi esquerre i, conseqüentment, es desenvolupa més l'hemisferi dret i la mà esquerra.

La hipòtesi dels ultrasons prové de la teoria de Stanley Coren, especificant que els danys que sofreixen els fetus i els embrions provenen dels escàners d'ultrasons. Aquesta hipòtesi no és acceptada perquè es diu que no hi ha suficients estudis realitzats per avaluar-la.

## 2.3 La teoria de Föster

Per a Jorge Föster, un neuròleg infantil, un nen menor d'un any encara no ha aconseguit definir quina mà utilitzarà preferentment, és ambidextre; és a dir, desenvolupa amb les dues mans la mateixa habilitat, sense tenir una preferència per una mà definida.

Föster creu que és entre els 2 i els 4 anys quan s'estableix la preferència definitiva d'una mà sobre l'altra. Tot i això, només cap als 6 anys, a l'inici de l'ensenyament bàsic, es pot saber si l'infant és dretà o esquerrà, perquè ha d'optar per una mà dominant per a l'escriptura.

La hipòtesi de Föster explica que un infant és dretà o esquerrà segons les experiències que viu durant la seva maduració cerebral fins als 2 o 4 anys. Així doncs, no naixem esquerrans o dretans, sinó que ens hi anem convertint a mesura que el nostre cervell es va desenvolupant.

## 3 TEORIES BIOLÒGIQUES

Diversos estudis han declarat que un nivell baix de testosterona<sup>10</sup> prenatal podria predisposar el desenvolupament d'un subjecte esquerrà.

Aquest estudi va ser inclòs en el I Congrés Nacional de Psicobiologia d'Oviedo (2005). Aquest estudi va analitzar els nivells d'aquesta hormona en la saliva de diversos subjectes, tant homes com dones esquerrans i dretans. Els resultats de l'experiment van demostrar que els homes obtenien nivells significativament més elevats de testosterona que les dones i, per altra banda, les anàlisis van indicar que els dretans obtenien també nivells de l'hormona més alts que els esquerrans.

Els científics van assenyalar que el conjunt de les dades suggeria que la preferència manual pot veure's influïda pels nivells de testosterona.

Al marge d'aquesta teoria, un estudi recent del departament de Psicologia de la Universitat de Queen (Belfast) ha demostrat que ser esquerrà o dretà depèn de la primera mà que hagi mogut l'embrió. Cap a les deu setmanes de vida dins de l'úter matern, l'embrió comença a desenvolupar les seves extremitats i comença a moure la mà dreta o esquerra, segons quina prefereixi. Així doncs, aquesta predilecció espontània marcarà quina mà utilitzarà preferentment el nou ésser.

Per tal de dur a terme l'estudi, els científics van investigar el comportament embrional i, posteriorment, van dur a terme un seguiment fins als deu o dotze anys dels mateixos subjectes. Els individus que eren dretans, quan estaven a l'úter matern, xumaven el dit de la mà dreta i els esquerrans xumaven el dit de la mà esquerra.

Que l'embrió mogui la mà dreta o l'esquerra és un acte reflex de la medul·la espinal, ja que a les deu setmanes els moviments de l'embrió encara no estan controlats pel cervell. També va quedar demostrat que 9 de cada 10 embrions escullen moure la mà dreta. Segons aquesta teoria, és per això que aproximadament el 10% de la població mundial és esquerrana.

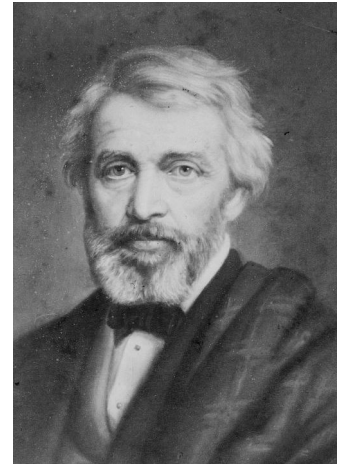
<sup>10</sup> Testosterona: La testosterona és una hormona esteroide, coneguda per ser la hormona sexual masculina. En els mamífers, és secretada principalment als testicles dels mascles i als ovaris de les femelles. Les femelles en produeixen una menor quantitat que els mascles.

## 4 TEORIES DEL SEGLE XIX

Hi ha hagut teories per explicar l'ús manual des del segle XIX. Ara, però, se sap que aquestes teories són errònies perquè contenen contradiccions amb el coneixement actual.

Una teoria popular del segle XIX és coneguda com a distribució visceral. Aquesta hipòtesi argumentava que la ubicació asimètrica dels òrgans (per exemple, el fetge) col·locava el centre de gravetat del cos humà cap a la dreta i, com a conseqüència, per tal de buscar l'equilibri ens recolzàvem amb el peu esquerre, motiu pel qual la mà dreta quedava lliure. Aquesta teoria no és correcta perquè el centre de gravetat del cos humà no es troba cap a la dreta.

Thomas Carlyle, un conegut assagista i historiador anglès, va intentar explicar l'ús manual a partir de l'evolució social. Carlyle va elaborar la teoria de l'espasa i l'escut, que explicava que la majoria dels soldats sostenien l'escut amb la mà esquerra, per protegir el cor i, per tant, amb la mà dreta duïen l'espasa, que requeria més destresa. Com a conseqüència, en les èpoques de conflictes armats, la mà dreta guanyava habilitat i va arribar a ser usada també per elaborar altres activitats que requerien solament l'ús d'una mà. Aquesta hipòtesi no explica perquè hi ha esquerrans.



*Il·lustració 13: Thomas Carlyle va ser qui va formular la hipòtesi de l'espasa i l'escut.*

## 5 BESSONS I ESQUERRANS

Els bessons univitel·lins tenen el seu inici en un sol òvul fertilitzat que es divideix per a formar dos éssers en un determinat moment dins de les primeres dues setmanes de l'embaràs. Per tant, els bessons univitel·lins comparteixen el mateix material genètic (ADN).

Que els bessons univitel·lins tinguin el mateix material genètic no vol dir que siguin dues persones idèntiques, ja que l'ambient en què viuen també perfila l'individu. Per exemple, si dos bessons univitel·lins són separats en néixer i creixen en dos ambients totalment diferents, pot ser que els seus caràcters estiguin molt diferenciats.

Els bessons bivitel·lins, en canvi, són el resultat de la fertilització simultània de dos òvuls per dos espermatozoides. Així doncs, aquests bessons no són idèntics perquè, en formar-se a partir de dos gàmetes diferents, contenen materials genètics distints.

Després de fer un estudi complet sobre les preferències manuals dels dos tipus de bessons, van sorgir unes quantes observacions interessants. Va resultar que el percentatge de bessons en què els dos són esquerrans o dretans no és major en bessons univitel·lins que en bivitel·lins. A més a més, aproximadament el 25% dels bessons són discordants pel que fa a l'ús manual; és a dir, que un és esquerrà i l'altre dretà.

El fet que els bessons univitel·lins no siguin més similars en la seva preferència manual que els bivitel·lins ha estat interpretada com una evidència en contra del control genètic de l'ús



manual. Exceptuant la teoria del gen LRRTM1 de Klar, les altres teories comportaven que els individus amb tots els gens en comú fossin més semblants quant a l'ús manual que aquells que no compartien gens.

S'ha estudiat el perquè de la incidència d'esquerrans en els bessons és tan elevada. Una explicació exposa que els bessons mostren una proporció alta de trastorns neurològics a conseqüència de l'agrupament intrauterí durant el desenvolupament fetal. La incidència elevada d'esquerrans en els bessons podria ser conseqüència, en part, d'aquests factors.

Està comprovat, per exemple, que la incidència d'esquerrans és major en nens amb trastorns d'aprenentatge i epilèptics. Així doncs, pot ser que el dany cerebral menor sigui responsable del canvi en la preferència manual en individus que, d'altra manera, haurien estat dretans.

A més a més, diverses dades clíniques suggereixen una relació entre l'ús manual i el dany cerebral precoç de l'hemisferi esquerre. En un estudi es va comprovar que la majoria de pacients esquerrans amb evidència de dany precoç a l'hemisferi esquerre van mostrar centres de llenguatge a l'hemisferi dret, mentre que els esquerrans sense signes de lesió tenien el llenguatge situat a l'hemisferi esquerre. Això suggereix que els danys a l'hemisferi esquerre produïts quan l'individu és molt jove donen com a resultat el traspàs del centre del llenguatge i de la preferència manual cap a l'hemisferi dret.

Paul Satz, un neuropsicòleg nord-americà, va considerar que hi havia dos tipus d'esquerrans: aquells que tenen una preferència per la mà esquerra provocada per un origen genètic i aquells que són esquerrans perquè han sofert diversos traumatismes durant el naixement o l'embaràs.

Hi ha una segona teoria per tal d'explicar l'elevada incidència d'esquerrans en els bessons. Aquesta segona teoria, que només s'aplica als bessons univitel·lins, explica que, a vegades, durant l'embaràs es produeix un fenomen conegut com a imatge en un mirall. Aquest fenomen produeix que un bessó pugui tenir un remolí orientat d'esquerra a dreta i l'altre, al revés, de dreta a esquerra, o que un bessó tingui una empremta dactilar en el dit índex de la mà esquerra que sigui molt semblant a la del dit índex de la mà dreta de l'altre bessó. Aquests fets ens fan pensar que la preferència manual també pugui estar determinada per aquest fenomen.

La imatge en un mirall està limitada als teixits de la capa ectodèrmica, rarament s'estén cap als òrgans interns. Es creu possible que es produeixi aquesta manifestació quan la divisió que configura els dos individus es forma després d'un determinat moment que estableix en l'embrió un eix de simetria bilateral. Si la separació es produeix després d'aquest instant, un embrió es desenvoluparà a partir del que serà la meitat esquerra de l'altre embrió, i l'altre es formarà a partir de la meitat dreta del primer.

A vegades, la divisió que es produeix molt més tard (unes dues setmanes després de la concepció) resulta ser incompleta i el resultat final són els coneguts bessons siamesos, units per algun punt dels seus cossos.

La imatge en un mirall només es pot produir en bessons univitel·lins, ja que els bivitel·lins es formen sent dos embrions separats i, per tant, no es produeix cap tipus de separació. La discordança en l'ús manual dels bessons bivitel·lins pot ser resultat de les diferències genètiques que hagin tingut.

## 6 LA ASIMETRIA FUNCIONAL EN DRETANS I ESQUERRANS

Diversos investigadors del cervell s'han preguntat si els cervells d'un esquerrà i d'un dretà difereixen en algun aspecte. A aquests científics, els han cridat l'atenció les funcions que posseeix cada hemisferi en dretans i esquerrans. Pot ser que la majoria dels esquerrans, per exemple, tinguin més desenvolupada la creativitat de l'hemisferi dret. Tot això ens fa pensar si la intel·ligència dels dretans i dels esquerrans és diferent; és a dir, si generalment tenim facilitat per a unes funcions diferents.

Un dels primers estudis que es van produir per tal d'investigar la asimetria funcional consistia a esbrinar quin hemisferi contenia la funció del llenguatge en diversos dretans i esquerrans, anestesiant temporalment cada hemisferi. La conclusió d'aquestes proves va ser que més del 95% dels dretans tenien localitzada la parla a l'hemisferi esquerre i el 70% dels esquerrans mostraven el mateix patró. Els esquerrans restants mostraven o bé control de la parla a l'hemisferi dret o bé representacions bilaterals de la funció del llenguatge.

### 6.1 Posicions d'escriptura invertides i no invertides

Jerre Levy i MaryLou Reid van identificar una variable que podia ajudar a classificar els esquerrans en diferents grups. Levy i Reid van argumentar que la posició de la mà quan s'escriu facilita informació sobre quin dels dos hemisferis controla la parla i el llenguatge.

Alguns esquerrans escriuen en forma de ganxo, mantenint el llapis sobre la línia d'escriptura i, en canvi, la resta escriu mantenint el llapis per sota de la línia. Levy i Reid argumenten que la posició en forma de ganxo significa que la funció del llenguatge es troba a l'hemisferi que està al mateix costat que la mà predilecta. Així doncs, si un esquerrà escriu en forma de ganxo, segons aquesta teoria, la seva parla es trobaria a l'hemisferi esquerre. En canvi, la parla de les persones que escriuen de forma no invertida, sense ganxo, estaria controlada per l'hemisferi oposat a la mà preferida.

Levy i Reid van extreure aquesta hipòtesi a partir d'unes proves. Els resultats d'aquestes proves van indicar clarament que els dretans que utilitzaven una postura no invertida (sense ganxo) mostraven una superioritat en el camp visual dret per a les lletres. Els esquerrans que escrivien en la mateixa postura indicaven el contrari: el seu camp visual esquerre era millor per al llenguatge. Si tenim en compte que es produeix la connexió creuada, el camp visual de l'ull esquerre està connectat amb l'hemisferi dret i a l'inrevés.

En canvi, els resultats van declarar que els esquerrans que escrivien en forma de ganxo tenien la funció del llenguatge més desenvolupada en el camp visual de l'ull dret (com els dretans que escrivien en una postura no invertida). Les dades de l'únic dretà de la prova que escrivia en forma de ganxo van resultar ser semblants a les que van efectuar els esquerrans que no escrivien en forma de ganxo.

Hi ha molt pocs dretans que escriuen en forma de ganxo i, segons la teoria, això es pot relacionar amb el fet que una petita part dels dretans té la funció del llenguatge a l'hemisferi dret. Els individus que escriuen en forma de ganxo tenen la parla situada al mateix costat que la mà preferida i, per tant, els subjectes dretans que escriuen d'aquesta forma tenen la funció del llenguatge a l'hemisferi dret.

## 7 L'ÚS DE LES MANS I LES FUNCIONS MENTALS

La popularitat d'algunes teories patològiques per a l'ús manual va portar els investigadors a comparar les capacitats cognitives dels dretans i dels esquerrans. Els investigadors explicaven que si el fet de ser esquerrà és conseqüència d'algun dany cerebral, aquest també pot causar una menor habilitat per resoldre diverses proves d'algunes funcions mentals.

S'ha comparat el rendiment dels dretans i dels esquerrans en diversos estudis. Algunes proves han mostrat un lleu rendiment major per part dels dretans, tot i que no s'hi ha trobat una gran diferència.

Hi ha hagut més d'un estudi que s'ha basat en exàmens acadèmics d'ingrés a col·legis o universitats. Tres informes han deduït que els esquerrans havien tingut un rendiment menor en l'examen. Un altre estudi, però, no va trobar diferències entre els dos grups.

Tot i que cap estudi ha estat prou transcendent com per determinar una conclusió sobre les funcions mentals dels esquerrans, trobem una alta incidència d'esquerrans entre persones amb retards mentals i individus amb problemes de lectura i dislèxia<sup>11</sup>.

J. Levy, després d'observar que molts esquerrans tenien aptituds del llenguatge en els dos hemisferis, va proposar que el llenguatge de l'hemisferi dret i les funcions espacials del mateix hemisferi competien pel teixit neuronal disponible, predominant, sobretot, la funció del llenguatge. Com a conseqüència, ella va predir que els esquerrans rendirien menys que els dretans en les tasques referides a la situació espacial, però que ho farien igual en les feines que requerissin l'ús del llenguatge.

Levy, per tal de provar la seva hipòtesi, va reunir 10 esquerrans i 15 dretans que havien estat graduats a l'Institut de Tecnologia de Califòrnia. La científica va fer realitzar als subjectes una prova que contenia un component verbal i un de rendiment, la WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale). Els tests verbals incloïen informació general de la llengua i vocabulari. Les proves de rendiment consistien en dissenys de blocs, enigmes i realització de dibuixos.

<sup>11</sup> Springer, S.P., i Deutsch G. *Cerebro izquierdo, cerebro derecho*

L'estudi va demostrar que els resultats dels esquerrans i dels dretans sobre el component verbal eren iguals, tal com Levy havia predit. Els esquerrans, a més, van obtenir uns resultats de rendiment significativament menors que els dretans. D'aquesta manera, la predicció de Levy sobre el dèficit dels esquerrans en les tasques referides a la situació espacial va ser confirmada.

Tot i això, aquest dèficit és relatiu, ja que tots els subjectes que Levy va utilitzar van obtenir uns resultats molt superiors a la població total en les dues parts de la WAIS. Levy va obtenir diverses crítiques en aquesta pràctica, ja que diversos científics van argumentar que les conclusions de la científica eren el resultat d'usar unes mostres d'individus massa seleccionats. Així doncs, aquestes proves no són significatives a l'hora de predir les diferències entre les funcions mentals dels dretans i dels esquerrans.

Un cop s'ha arribat en aquest punt del treball, he decidit dur a terme un treball de camp que compara habilitats i aptituds entre dretans i esquerrans.

## **IV TREBALL DE CAMP: ELS ESQUERRANS I ELS DRETANS TENEN APTITUDS DIFERENTS?**

Partint de la suposició que els esquerrans tenen la funció locomotora de l'hemisferi dret més desenvolupada, provocada per la connexió creuada entre les extremitats superiors i el telencèfal, podem formular la hipòtesi que els esquerrans tenen tot l'hemisferi dret més desenvolupat. Si és així, seria possible que dominessin més les funcions exclusives d'aquest hemisferi, que són la creativitat, l'expressió d'emocions i sentiments, la visió en 3D i l'expressió musical. Els dretans, en canvi, tindrien més desenvolupat l'hemisferi esquerre i les capacitats que s'hi relacionen: càlcul i llenguatge, tant oral com escrit.

Després de formular la hipòtesi, vaig decidir dur a terme un treball de camp per tal de poder corroborar-la o no.

### **1 ENQUESTA A LES ESCOLES**

Per poder relacionar els esquerrans amb unes habilitats determinades, vaig passar una enquesta a uns alumnes de primària que relacionava ser esquerrà o dretà amb certes habilitats, qualitats i aptituds (veure enquesta a l'annex 1). En primer lloc, l'enquesta tenia una part per a l'alumne, en la qual havia de contestar el seu sexe, la seva mà dominant i la dels seus pares i el peu amb el qual normalment xutava. En segon lloc, l'enquesta incloïa una taula en la qual el professor havia d'avaluar l'alumne amb referència a un seguit d'habilitats i capacitats.

Al principi, vaig decidir passar l'enquesta a l'alumnat de 6é (actualment 1r d'ESO) de totes les escoles de Sùria. Tot i això, després de veure que no hi havia suficients alumnes esquerrans com per obtenir uns resultats significatius, vaig creure convenient ampliar la mostra tornant a passar l'enquesta als alumnes que aquest curs fan 4t de les escoles de Sùria i Callús. Finalment, 124 alumnes van contestar a les preguntes de l'enquesta, dels quals 9 eren esquerrans.

Els resultats de la primera part de l'enquesta són:

**Alumnes dretans (115/ 124) = 92,75%**

Sexe:	Peu amb què xuten preferentment:		El seu pare és:		La seva mare és:	
Masculí 64 (55,65%)	Dret	85 (73,91%)	Dretà	104 (90,43%)	Dretana	102 (88,7%)
Femení 51 (44,35%)	Esquerre	6 (5,22%)	Esquerrà	6 (5,22%)	Esquerrana	6 (5,22%)
Total 115 (100%)	Amb els dos	24 (20,87%)	Ambidextre	5(4,35%)	Ambidextra	7 (6,08%)
	Total	115 (100%)	Total	115 (100%)	Total	115 (100%)

**Alumnes esquerrans (9/ 124) = 7,26%**

Sexe:	Peu amb què xuten preferentment:		El seu pare és:		La seva mare és:	
Masculí 6 (66,67%)	Dret	1 (11,11%)	Dretà	7 (77,78%)	Dretana	9 (100%)
Femení 3 (33,33%)	Esquerre	5 (55,56%)	Esquerrà	2 (22,22%)	Esquerrana	0
Total 9 (100%)	Amb els dos	3 (33,33%)	Ambidextre	0	Ambidextra	0
	Total	9 (100%)	Total	9 (100%)	Total	9 (100%)

*Taula 2: En aquesta taula es relaciona el sexe i el peu que s'usa amb més facilitat amb els dretans i els esquerrans. En la taula també trobem si els pares de l'alumne són esquerrans o dretans.*

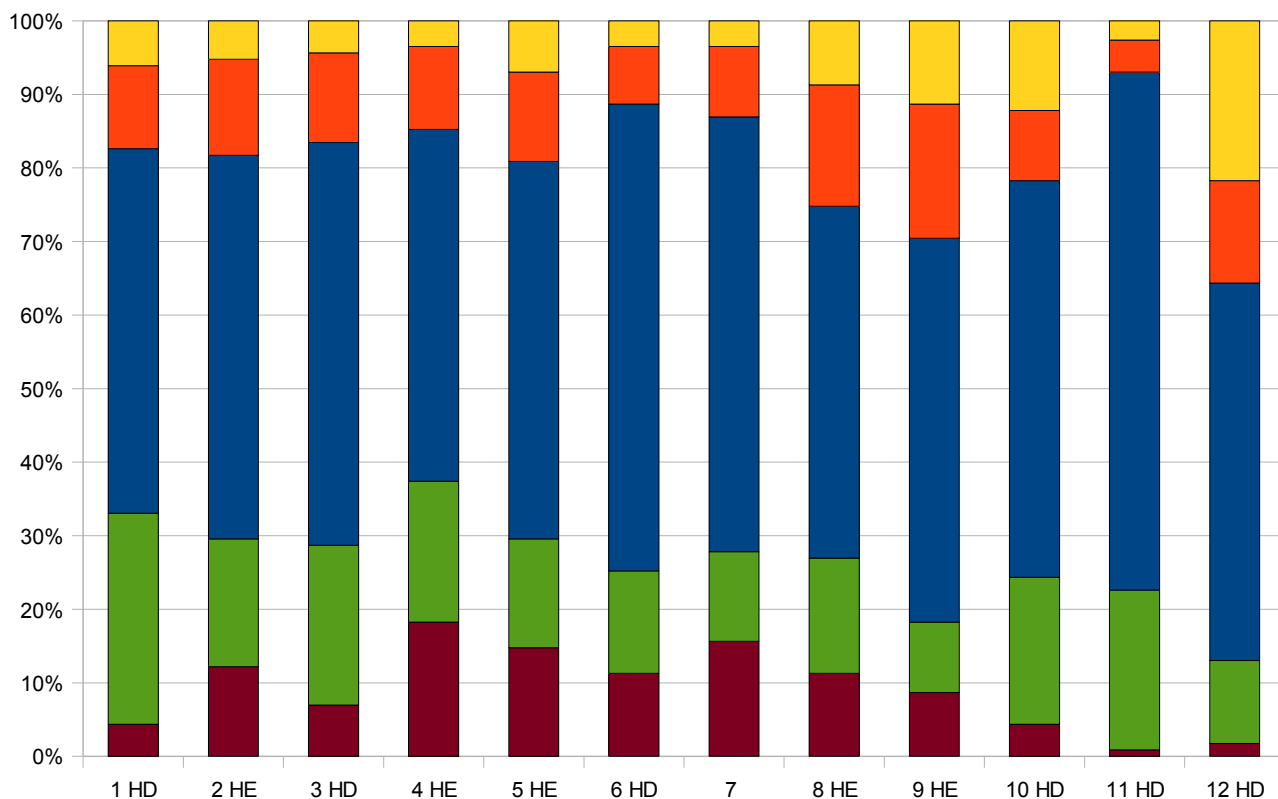
En la taula 2 observem, en els dretans, una quantitat bastant igualada de nois i noies, tal com era d'esperar. Respecte al peu amb què xuten normalment, destaquen els sis casos de lateralitat inversa, és a dir, que escriuen amb la dreta i xuten amb l'esquerra. En els progenitors, veiem un clar predomini de dretans.

En els esquerrans, trobem una majoria d'alumnes masculins, però, com que no hi ha un nombre massa elevat d'esquerrans, no podem generalitzar que el fet de ser esquerrà sigui un factor masculí. En els alumnes esquerrans també trobem un cas de lateralitat inversa que xuta amb el peu dret i escriu amb la mà esquerra.

Finalment, veiem un 22% de pares esquerrans però un 0% de mares esquerranes. Aquesta dada és una mica sorprenent perquè, segons les teories genètiques, si la mare és esquerrana i el pare no, hi ha més possibilitats que el fill sigui esquerrà que no pas a l'inrevés. El fet que només hi hagi dos pares esquerrans i cap mare, vol dir que la majoria dels pares d'esquerrans són dretans i, per tant, aquesta observació descarta que ser esquerrà depengui d'un sol gen recessiu, tal com afirmava la primera teoria genètica.

Hi ha un nombre elevat de nens, tant dretans com esquerrans, que xuten amb els dos peus. No crec que sigui una dada gaire representativa, ja que és possible que, a l'hora de passar l'enquesta, alguns nens que tenen facilitat amb el futbol hagin contestat que poden xutar amb els dos peus de forma sistemàtica.

En el *Gràfic 1* trobem una visualització dels resultats de l'enquesta sobre els alumnes dretans (veure resultats a l'annex 2). A la llegenda sobre l'eix x, trobem les habilitats que he avaluat de cada alumne. Aquestes capacitats estan distribuïdes en el gràfic segons l'hemisferi on es troben normalment: hemisferi esquerre (HE) i hemisferi dret (HD).



- 1 HD- Creativitat i imaginació (Hemisferi dret)
- 2 HE- Capacitat matemàtica (Hemisferi esquerre)
- 3 HD- Arts plàstiques (Hemisferi dret)
- 4 HE- Expressió i comprensió verbal (Hemisferi esquerre)
- 5 HE- Expressió i comprensió escrita (Hemisferi esquerre)
- 6 HD- Sensibilitat musical (Hemisferi dret)
- 7 - Memòria
- 8 HE- Capacitat planificadora (Hemisferi esquerre)
- 9 - Capacitat de concentració
- 10 HD- Sociabilitat (Hemisferi dret)
- 11 HD- Sensibilitat (Hemisferi dret)
- 12 HD- Agressivitat (Hemisferi dret)

- Fluiu/ Poc
- Inferior al normal
- Normal
- Superior al normal
- Excel·lent/ Molt

Gràfic 1: Aquest gràfic mostra el grau d'habilitat que posseeixen els alumnes dretans en les capacitats analitzades (veure més gràfics a l'annex 3).

Les aptituds que es troben a l'hemisferi esquerre estan més relacionades amb el llenguatge i el càlcul. Així mateix, en aquesta meitat del cervell, també hi localitzem la capacitat planificadora. En canvi, a l'hemisferi dret trobem totes aquelles funcions més creatives: les arts plàstiques, la imaginació, la sensibilitat musical i l'expressió d'emocions. La memòria (7) i la concentració (9) pertanyen a tot el telencèfal i per això no les he relacionat amb cap hemisferi.

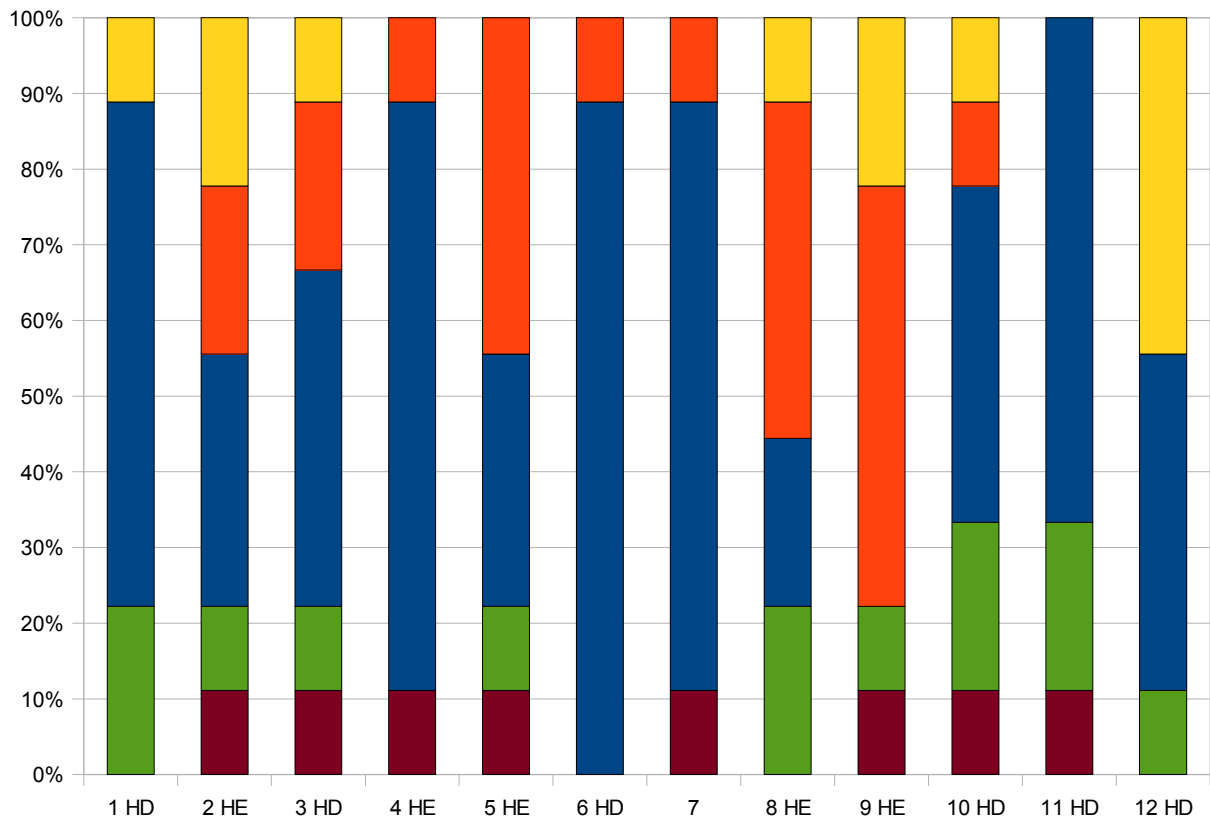
En el Gràfic 2 observem les habilitats anteriors, però aplicades als alumnes esquerrans.

Si comparem els dos gràfics (a l'annex 3 es pot trobar la comparativa gràfica de totes les habilitats), ens adonem que les diferències més importants que trobem són: la capacitat matemàtica (2), l'expressió i la comprensió escrita (5), la capacitat de planificació (8), la capacitat de concentració (9) i la sensibilitat (11).

D'aquestes habilitats, podem observar que els esquerrans tenen menys capacitat en les quatre primeres, però que tenen la sensibilitat superior a la dels dretans. Sorprenentment, sobretot, la capacitat de planificació i de concentració dels esquerrans, molt per sota dels dretans. Més del 50% i del 75% dels esquerrans tenen, respectivament, la capacitat de planificació i la capacitat de concentració inferiors a la normal.

Podem comprovar que totes aquelles habilitats que els esquerrans tenen inferiors als dretans pertanyen a l'hemisferi esquerre, excepte la capacitat de concentració.

Respecte a les capacitats relacionades amb la personalitat, cal destacar que són superiors en els esquerrans. Per exemple, tant la sociabilitat com la sensibilitat dels esquerrans estan per sobre dels dretans, però, en canvi, els esquerrans són menys agressius. Totes aquestes capacitats, relacionades amb l'expressió de sentiments, estan localitzades a l'hemisferi dret.



- 1 HD- Creativitat i imaginació (Hemisferi dret)
- 2 HE- Capacitat matemàtica (Hemisferi esquerre)
- 3 HD- Arts plàstiques (Hemisferi dret)
- 4 HE- Expressió i comprensió verbal (Hemisferi esquerre)
- 5 HE- Expressió i comprensió escrita (Hemisferi esquerre)
- 6 HD- Sensibilitat musical (Hemisferi dret)
- 7 - Memòria
- 8 HE- Capacitat planificadora (Hemisferi esquerre)
- 9 - Capacitat de concentració
- 10 HD- Sociabilitat (Hemisferi dret)
- 11 HD- Sensibilitat (Hemisferi dret)
- 12 HD- Agressivitat (Hemisferi dret)

- Fluij/ Poc
- Inferior al normal
- Normal
- Superior al normal
- Excel·lent/ Molt

Gràfic 2: Aquest gràfic mostra el grau d'habilitat que posseeixen els alumnes esquerrans en les capacitats analitzades (veure més gràfics a l'annex 3).

Així doncs, els resultats de l'enquesta concorden amb la meua hipòtesi que els esquerrans tenen les funcions de l'hemisferi dret més desenvolupades. A més a més, també trobem que les de l'hemisferi esquerre estan més desenvolupades en els nens dretans. No obstant això, algunes de les funcions pertanyents a l'hemisferi dret, com les arts plàstiques o l'expressió musical, són lleugerament inferiors en els esquerrans.

## 2 ENTREVISTA A MONTSERRAT JUNCADELLA

Per tal de conèixer més coses sobre el cervell dels dretans i dels esquerrans, vaig decidir entrevistar la Montserrat Juncadella, una neuropsicòloga de l'hospital de Bellvitge (veure entrevista completa a l'annex 4). La Montserrat acostuma a tractar pacients amb alteracions cerebrals, amb malalts psiquiàtrics o amb trastorns de conducta i amb persones que requereixen o han necessitat neuropsicologia.

Respecte al cervell dels esquerrans, va explicar que no hi havia cap diferència física entre el cervell d'una persona dretana i el d'una persona esquerrana i que, a més, aquests acostumaven a estar organitzats de la mateixa manera. Així doncs, tot i que el cervell és un òrgan molt plàstic, no és gaire habitual trobar persones que en tinguin una organització atípica.

Tot i així, se sap que un 70% dels esquerrans presenten la funció de la parla a l'hemisferi esquerre, davant d'un 95-99% de dretans. La resta d'esquerrans es divideixen entre aquells que tenen el llenguatge bilateralitzat, és a dir, en els dos hemisferis, que són un 15%, i aquells que tenen la funció de la parla localitzada a l'hemisferi dret, que són el 15% restant.

A causa d'això, alguns científics creuen que les persones amb predomini de la mà esquerra tenen una major capacitat de recuperació davant d'una lesió a la funció de la parla. Tanmateix, hem de tenir en compte que la capacitat de recuperació depèn, sobretot, de l'individu.

En conclusió, els esquerrans i els dretans tenen un cervell molt semblant, i la principal diferència és la situació de la funció del llenguatge de l'individu. Cal tenir present, però, que això no és un impediment per al desenvolupament de la meua hipòtesi, ja que, tot i que el cervell pot ésser físicament idèntic, interiorment pot tenir les funcions més o menys desenvolupades. A més a més, pot ser que si trobem un esquerrà molt bo en les funcions de llenguatge, sigui perquè té aquesta capacitat situada a l'hemisferi dret i que, per tant, la tingui més desenvolupada.

## 3 ENTREVISTA A MONTSERRAT CANET

La Montserrat Canet és psicòloga i, actualment, compagina el treball de professora amb un bufet de psicòlegs (veure l'entrevista completa a l'annex 5). Ella creu que hi ha un tant per cent més elevat d'esquerrans que presenten dificultats en l'aprenentatge i afirma que aquest fet, a vegades, els porta a tenir una autoestima baixa i una situació d'aïllament. Tanmateix, aquestes dificultats mai no són greus i no condicionen la persona adulta.

Tot i que ella afirma que hi ha més esquerrans amb problemes d'aprenentatge, sempre incideix que no són tots els esquerrans, sinó una part. Respecte a les dificultats que presenten els



esquerrans, remarca que tenen problemes de llenguatge i de càlcul i, especialment, de concentració i de planificació. A vegades, aquestes mancances van lligades a uns majors dots creatius, però no sempre. Les diferències més remarcables entre els dretans i els esquerrans no tenen lloc a l'hemisferi dret, sinó, sobretot, a l'hemisferi esquerre.

Finalment, Montserrat Canet expressa que hauríem de donar més importància a totes aquelles funcions que es troben a l'hemisferi dret, com la creativitat, l'expressió musical i, especialment, l'expressió d'emocions. Ella critica que l'educació doni tanta importància a les matèries relacionades amb els números i les lletres i que, per altra banda, infravalori les arts plàstiques. A més a més, creu que és mentida que el batxillerat escènic o artístic sigui més fàcil, com s'ha cregut sempre popularment. L'entrevistada també opina que s'hauria de donar més importància a l'esforç i exigir a cada alumne tenint presents les seves habilitats, ja que no tothom és igual ni té les mateixes facilitats per aprendre. En aquest sentit, la tasca del tutor és primordial.

En resum, ella creu que els esquerrans tenen més dificultats a l'hora d'aprendre aquelles matèries relacionades amb l'hemisferi esquerre, tal com explico a la meva hipòtesi. Tanmateix, no creu que hi hagi gaires diferències entre les funcions de l'hemisferi dret dels esquerrans i dels dretans. A més a més, afegeix que les persones amb un domini de la mà esquerra acostumen a presentar una capacitat d'organització i de concentració bastant inferior als dretans. Conseqüentment, això els aporta una major sensibilitat i timidesa i fa que la seva autoestima sigui inferior. Tot i això, aquestes dificultats mai no arriben a ser greus i sempre s'acostumen a superar.

## 4 CORREU ELECTRÒNIC A MICHAEL CORBALLIS



*Il·lustració 14: En Michael Corballis és un prestigiós psicòleg de la Universitat d'Auckland que va contestar molt amablement el meu correu electrònic.*

Michael Corballis és un prestigiós professor de psicologia i membre del centre d'investigació en ciència cognitiva de la Universitat d'Auckland, Nova Zelanda. Ha realitzat diversos estudis importants sobre els esquerrans i els dretans, estudiant-ne, alhora, les diferències<sup>12</sup>. Corballis també ha estudiat la lateralitat cerebral i l'origen del llenguatge.

En trobar el seu correu electrònic, vaig decidir enviar-li un missatge perquè vaig considerar molt interessant parlar amb un científic que havia estudiat concretament el cervell dels esquerrans. Al correu electrònic, vaig plantejar-li algunes preguntes concretes sobre els esquerrans i el seu cervell.

Sortosament, M. Corballis va respondre, molt amablement, les meves preguntes (veure els dos correus electrònics a l'annex 6, on hi ha els missatges en anglès i traduïts al català).

<sup>12</sup> Eduard Punset ha realitzat juntament amb Michael Corballis algun vídeo en castellà:

- Televisión Española. *Zurdos y disléxicos*. [http://www.dailymotion.com/video/xaxx76\\_el-cerebro-de-los-zurdos-m-corbali\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xaxx76_el-cerebro-de-los-zurdos-m-corbali_school)
- Televisión Española. *Zurdos: Cerebro y genetica*. [http://www.dailymotion.com/video/xb8rus\\_zurdos-cerebro-y-genetica-m-corbali\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xb8rus_zurdos-cerebro-y-genetica-m-corbali_school)

Corballis explica que un 30% dels esquerrans té el cervell dret com a hemisferi dominant, ja que la seva funció del llenguatge es troba localitzada en aquesta meitat del cervell. Si un individu té la funció de la parla situada a l'hemisferi dret, tindrà aquesta funció més desenvolupada. Conseqüentment, els esquerrans no tenen perquè ser millors en arts plàstiques, música o en expressió d'emocions.

També pot ser que un individu no tingui una connexió creuada i, llavors, no seria certa la meua hipòtesi que els esquerrans tenen més desenvolupat l'hemisferi dret, ja que la meitat predominant seria l'esquerra. Tot i això, se sap que molt pocs individus no tenen una connexió creuada entre les mans i el cervell.

Respecte a les diferències entre el cervell dels dretans i dels esquerrans, explica que els esquerrans tenen més tendència a tenir una estructura atípica, mentre que els dretans acostumen a seguir el model típic (hemisferi esquerre: càlcul i lletres/ hemisferi dret: emocions i creativitat).

Finalment, el científic exposa que existeixen algunes proves que expliquen que les persones ambidextres tenen més dificultats d'aprenentatge que els dretans o els esquerrans. I que les diferències entre els dretans i els esquerrans són mínimes, si és que existeixen.

El missatge de l'expert és contradictori amb el contingut de la meua hipòtesi. Michael Corballis afirma que els esquerrans no tenen les funcions de l'hemisferi esquerre menys desenvolupades. A més a més, ell tampoc no creu que els esquerrans tinguin unes habilitats superiors en aquelles funcions que associem a l'hemisferi dret: habilitat musical, creativitat i expressió d'emocions.

## V CONCLUSIONS

L'objectiu principal del treball era comprovar si la hipòtesi formulada era certa o no a través d'un treball de camp. La meva suposició consistia en relacionar els esquerrans amb un més gran desenvolupament d'aquelles funcions que es troben a l'hemisferi dret del cervell, com la creativitat, l'expressió musical i d'emocions i la visió espacial. Així mateix també relacionava el fet de ser dretà amb un desenvolupament més gran de les funcions de l'hemisferi esquerre: càlcul i llenguatge escrit i parlat.

Això ho va confirmar l'enquesta que vaig passar als alumnes de 6é i 4t de les escoles de Súrria i Callús. Els esquerrans van obtenir uns resultats inferiors en algunes funcions relacionades amb l'hemisferi esquerre, com el llenguatge escrit, el càlcul i la capacitat de planificació. Els esquerrans de la meva enquesta també tenien un nivell més baix de capacitat de concentració. Tanmateix, no tenien un nivell més elevat d'aquelles capacitats situades a l'hemisferi dret, a excepció de la sensibilitat, que sí que era major a la dels dretans.

L'entrevista a Montserrat Canet em va servir per donar suport a la meva hipòtesi. En aquest sentit ella també va destacar que els esquerrans acostumaven a presentar més dificultats a l'hora de realitzar treballs escolars relacionats amb el càlcul i el llenguatge escrit. Així mateix, va destacar que la seva capacitat de concentració i de planificació acostumava a ser inferior. Ella, però, no es va mostrar d'acord amb la segona part de la meva hipòtesi que adjudicava als esquerrans una habilitat major en les funcions situades a l'hemisferi dret.

Montserrat Juncadella va explicar que el cervell dels esquerrans i els dretans era físicament idèntic, però no va afegir cap element nou sobre les capacitats relacionades amb la lateralitat de les persones. Michael Corballis, que havia estudiat els esquerrans i els dretans profundament, va dir que els esquerrans no tenien un nivell superior en les funcions relacionades amb l'hemisferi dret, tal com havien afirmat Montserrat Canet i l'enquesta anteriorment. Tanmateix, i a diferència dels resultats de l'enquesta, el psicòleg va explicar que els dretans tampoc no tenien les funcions de l'hemisferi esquerre més desenvolupades. Afirmant, doncs, que les diferències entre dretans i esquerrans, si és que n'hi havien, eren mínimes.

Tot i això, sí que crec que hi ha d'haver alguna diferència entre dretans i esquerrans perquè Montserrat Canet va afirmar que els esquerrans tenien més problemes d'aprenentatge que els dretans. A més, se sap que hi ha més incidència de dislèctics i de persones amb retards mentals en els esquerrans.

Michael Corballis, tot i parlar d'algunes capacitats, no va explicar res d'aquelles aptituds més relacionades amb el caràcter, com la capacitat planificadora, de concentració i la sensibilitat. Montserrat Canet va expressar que la capacitat planificadora i la capacitat de planificació dels

esquerrans acostumava a ser bastant inferior que la dels dretans i que això els hi aportava, sovint, una autoestima més baixa i una sensibilitat major. Aquestes paraules de la psicòloga confirmen les conclusions de l'enquesta: els esquerrans presenten una capacitat de concentració i de planificació inferior i una sensibilitat superior als dretans.

Cal tenir en compte, però, que aquestes conclusions formen part d'un treball de camp i que pot ser que continguin errors. Jo he passat 124 enquestes, penso que això és un esforç significatiu, però no ens pot proporcionar uns resultats totalment fiables. Finalment, jo no he afirmat mai que tots els esquerrans tinguin aquestes capacitats inferiors, sinó que en tenen una major predisposició.

Com a subtítol del treball apareix la pregunta: "Ser esquerrà, un handicap?". Segons els resultats del meu treball de camp, ser esquerrà podria ser un handicap, ja que hi ha una proporció més elevada de nens esquerrans amb dificultats d'aprenentatge. Malgrat això, la Montserrat Canet afirma que aquesta problemàtica pot minimitzar-se amb el tractament i recolzament adequat. Tanmateix, el professor M. Corballis no considerava ser esquerrà un handicap. Tant si ho és com si no, totes les mancances es podem superar i no han de privar a la persona de viure una vida amb plenitud.

## VI FONTS DE CONSULTA I DOCUMENTACIÓ

### **Bibliografia**

- Alonso, J.I. (2008). *Psicologia Batxillerat* (3a ed.). Madrid: Mc Graw Hill.
- Arias, M., Barrachina, J., Closas, M.C., i Ferrer, R. (2008). *Biologia 1* (1a ed.). Barcelona: Edicions Castellnou.
- Carter, R. (1998). *El nuevo mapa del cerebro: Guía ilustrada de los descubrimientos más recientes para comprender el funcionamiento de la mente* (2a ed.). Barcelona: Integral.
- Cassan, A. (1a ed.). (2006). Barcelona: Parramón.
- Drake, R. L., Wayne, V., i Mitchell, A.W.M. (2007). *Anatomía para estudiantes Gray* (1a ed.). Madrid: Elsevier Churchill Livingstone.
- Springer, S.P., i Deutsch, G. (1990). *Cerebro izquierdo, cerebro derecho* (3a ed.). Barcelona: Gedisa.

### **Webgrafia**

- *¿Qué significa ser zurdo?*. Recuperat 18 d'agost 2010, des de [http://www.zurdos.cl/que\\_significa2.html](http://www.zurdos.cl/que_significa2.html)
- *Cerebro*. Recuperat 19 setembre 2010, des de <http://es.wikipedia.org/wiki/Cerebro>
- *Descubren un gen que incrementa las probabilidades de ser zurdo*. Recuperat 16 d'agost 2010, des de <http://www.diariosur.es/20070801/sociedad/descubren-incrementa-probabilidades-zurdo-20070801.html>
- *Enciclopèdia catalana*. Recuperat 14 d'octubre 2010, des de <http://www.enciclopedia.cat/>
- *El cerebro: sus lados izquierdo y derecho*. Recuperat 10 d'octubre 2010, des de [http://eugeniousbi.tripod.com/cap\\_003.html](http://eugeniousbi.tripod.com/cap_003.html)
- *El cerebro de los zurdos (M Corballis)*. Recuperat 12 d'octubre 2010, des de [http://www.dailymotion.com/video/xaxx76\\_el-cerebro-de-los-zurdos-m-corbali\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xaxx76_el-cerebro-de-los-zurdos-m-corbali_school)
- *Hemisferios cerebrales y el procesamiento de la información*. Recuperat 9 setembre 2010, des de <http://www.personarte.com/hemisferios.htm>
- *L'escorxador*. Recuperat 10 octubre 2010, des de <http://badiu.epsem.upc.edu/escorxador/?p=838>
- *Los nervios espinales*. Recuperat 1 d'octubre 2010, des de <http://www.scribd.com/doc/36700618/nervios-espinales>
- *My stroke of insight 1/2- Spanish subtitled*. Recuperat 16 setembre 2010, des de [http://www.youtube.com/watch?v=pl1TLsOYahw&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=pl1TLsOYahw&feature=player_embedded)

- *My stroke of insight 2/2- Spanish subtitled.* Recuperat 16 setembre 2010, des de <http://www.youtube.com/watch?v=ljz7L6KrJQE&feature=related>
- *Professor Michael Corballis.* Recuperat 2 d'octubre 2010, des de <http://www.psych.auckland.ac.nz/people/Corballis/Corballis.htm>
- *Sistema nervioso.* Recuperat 11 d'agost 2010, des de [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_nervioso](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_nervioso)
- *Sistema Nervioso.* Recuperat 17 d'agost 2010, des de [http://www.herrera.unt.edu.ar/bioingenieria/Temas\\_inves/sist\\_nervioso/pagina1.htm#sistema%20nervioso](http://www.herrera.unt.edu.ar/bioingenieria/Temas_inves/sist_nervioso/pagina1.htm#sistema%20nervioso)
- *Sistema Nervioso Autonomo.* Recuperat 9 setembre 2010, des de [http://www.med.unne.edu.ar/revista/revista101/sist\\_nervioso\\_autonomo.htm](http://www.med.unne.edu.ar/revista/revista101/sist_nervioso_autonomo.htm)
- *Un estudio revela que un nivel bajo de testosterona predispone a ser zurdo.* Recuperat 18 d'agost 2010, des de <http://digital.el-esceptico.org/leer.php?autor=231&id=522&tema=30>
- *Zurdos: Cerebro y genetica.* Recuperat 12 d'octubre 2010, des de [http://www.dailymotion.com/video/xb8rus\\_zurdos-cerebro-y-genetica-m-corball\\_school](http://www.dailymotion.com/video/xb8rus_zurdos-cerebro-y-genetica-m-corball_school)

### **Comunicacions personals orals o escrites**

- Canet, M. (2010, 9 de setembre) Entrevista a Montserrat Canet, psicòloga. [Casa de la Montserrat Canet].
- Corballis, M. (2010, 22 de setembre) Correu electrònic a Michael Corballis, professor de psicologia de la Universitat d'Auckland.
- Juncadella, M. (2010, 29 de setembre) Entrevista a Montserrat Juncadella, neuropsicòloga. Entrevista telefònica.

# ANNEXOS:

## VII ANNEX 1: MODEL D'ENQUESTA

Si us plau, contesta les següents preguntes encerclant-ne la resposta:

**Per a l'alumne:**

Sexe:            Masculí            Femení  
 Normalment escrius amb la mà:    Dreta            Esquerra            Amb les dues  
 Normalment xutes amb el peu:    Dret            Esquerre            Amb els dos

El teu pare és:            Dretà            Esquerrà            Ambidextre  
 La teva mare és:            Dretana            Esquerrana            Ambidextra

**Per al professor:**

Com diríeu que és l'alumne en referència a les següents habilitats i capacitats?

	Excel·lent / Molt	Superior al normal	Normal	Inferior al normal	Fluix / Poc
Creativitat i imaginació					
Capacitat matemàtica					
Arts plàstiques					
Expressió i comprensió verbal					
Expressió i comprensió escrita					
Sensibilitat musical					
Memòria					
Capacitat planificadora					
Capacitat de concentració					
Sociabilitat					
Sensibilitat					
Agressivitat					



## VIII ANNEX 2: RESULTATS DETALLATS DE L'ENQUESTA

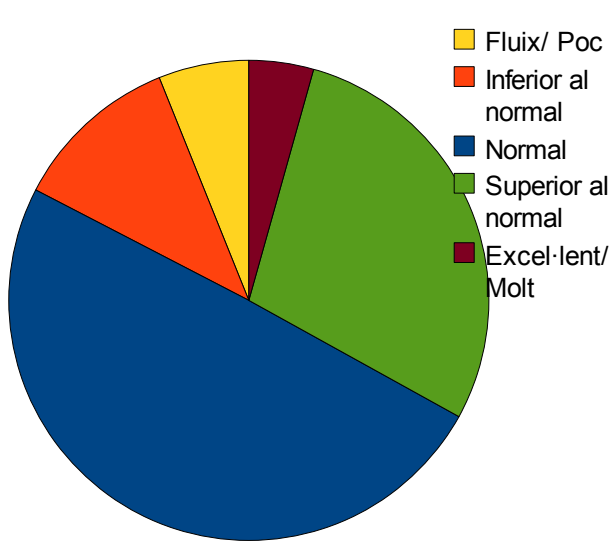
TOTAL= 115 alumnes dretans	Excel·lent / Molt	Superior al normal	Normal	Inferior al normal	Fluix / Poc
Creativitat i imaginació	5 4,35%	33 28,7%	57 49,57%	13 11,3%	7 6,08%
Capacitat matemàtica	14 12,18%	20 17,39%	60 52,17%	15 13,04%	6 5,22%
Arts plàstiques	8 6,96%	25 21,74%	63 54,78%	14 12,17%	5 4,35%
Expressió i comprensió verbal	21 18,26%	22 19,13%	55 47,83%	13 11,3%	4 3,48%
Expressió i comprensió escrita	17 14,78%	17 14,78%	59 51,31%	14 12,17%	8 6,96%
Sensibilitat musical	13 11,3%	16 13,91%	73 63,48%	9 7,83%	4 3,48%
Memòria	18 15,65%	14 12,17%	68 59,13%	11 9,57%	4 3,48%
Capacitat planificadora	13 11,3%	18 15,65%	55 47,83%	19 16,52%	10 8,7%
Capacitat de concentració	10 8,7%	11 9,57%	60 52,17%	21 18,26%	13 11,3%
Sociabilitat	5 4,35%	23 20%	62 53,91%	11 9,57%	14 12,17%
Sensibilitat	1 0,87%	25 21,74%	81 70,43%	5 4,35%	3 2,61%
Agressivitat	2 1,74%	13 11,31%	59 51,3%	16 10,91%	25 21,74%

Gràfic 3: Aquests són els resultats de l'enquesta que van obtenir els alumnes dretans de 6é i 4t de les escoles de Súria i Callús.

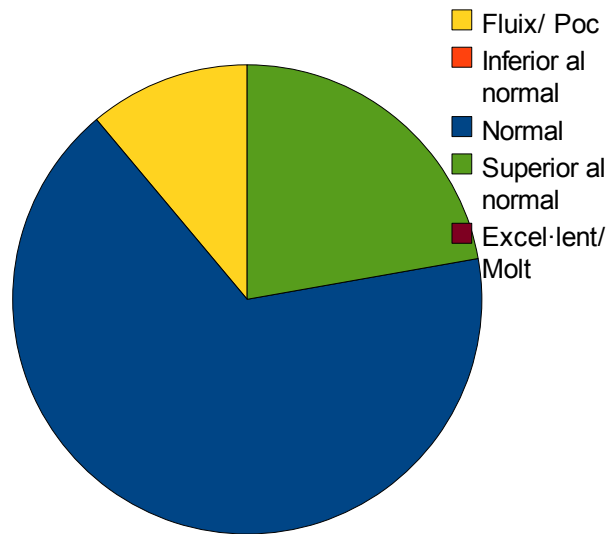
TOTAL= 9 alumnes esquerrans	Excel·lent / Molt	Superior al normal	Normal	Inferior al normal	Fluix / Poc
Creativitat i imaginació	0	2 <b>22,22%</b>	6 <b>66,67%</b>	0	1 <b>11,11%</b>
Capacitat matemàtica	1 <b>11,11%</b>	1 <b>11,11%</b>	3 <b>33,34%</b>	2 <b>22,22%</b>	2 <b>22,22%</b>
Arts plàstiques	1 <b>11,11%</b>	1 <b>11,11%</b>	4 <b>44,45%</b>	2 <b>22,22%</b>	1 <b>11,11%</b>
Expressió i comprensió verbal	1 <b>11,11%</b>	0	7 <b>77,78%</b>	1 <b>11,11%</b>	0
Expressió i comprensió escrita	1 <b>11,11%</b>	1 <b>11,11%</b>	3 <b>33,33%</b>	4 <b>44,45%</b>	0
Sensibilitat musical	0	0	8 <b>88,89%</b>	1 <b>11,11%</b>	0
Memòria	1 <b>11,11%</b>	0	7 <b>77,78%</b>	1 <b>11,11%</b>	0
Capacitat planificadora	0	2 <b>22,22%</b>	2 <b>22,22%</b>	4 <b>44,45%</b>	1 <b>11,11%</b>
Capacitat de concentració	1 <b>11,11%</b>	1 <b>11,11%</b>	0	5 <b>55,56%</b>	2 <b>22,22%</b>
Sociabilitat	1 <b>11,11%</b>	2 <b>22,22%</b>	4 <b>44,45%</b>	1 <b>11,11%</b>	1 <b>11,11%</b>
Sensibilitat	1 <b>11,11%</b>	2 <b>22,22%</b>	6 <b>66,67%</b>	0	0
Agressivitat	0	1 <b>11,11%</b>	4 <b>44,45%</b>	0	4 <b>44,44%</b>

Gràfic 4: Aquests són els resultats de l'enquesta que van obtenir els alumnes dretans de 6é i 4t de les escoles de Súria i Callús.

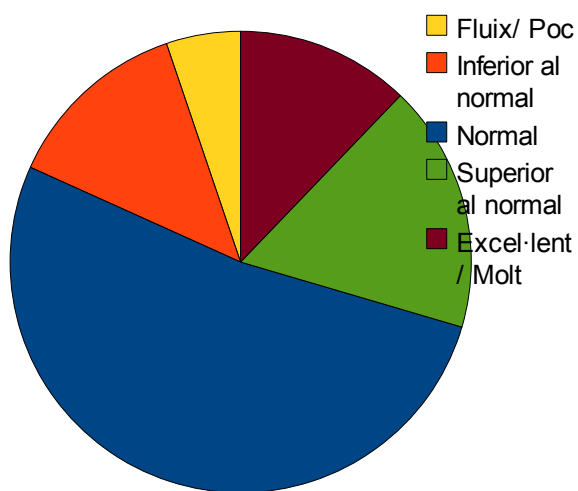
## IX ANNEX 3: GRÀFIQUES DELS RESULTATS



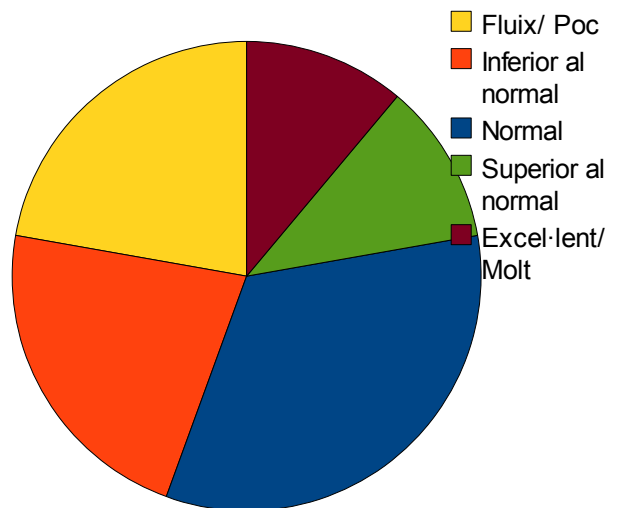
Gràfic 5: Creativitat i imaginació dels dretans.



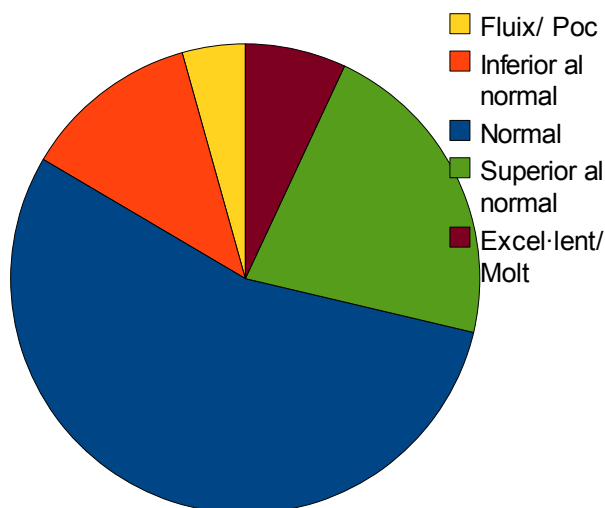
Gràfic 6: Creativitat i imaginació dels esquerrans.



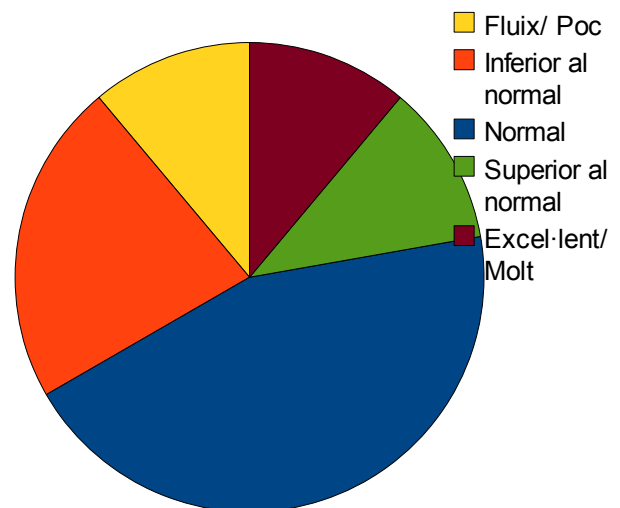
Gràfic 7: Capacitat matemàtica dels dretans.



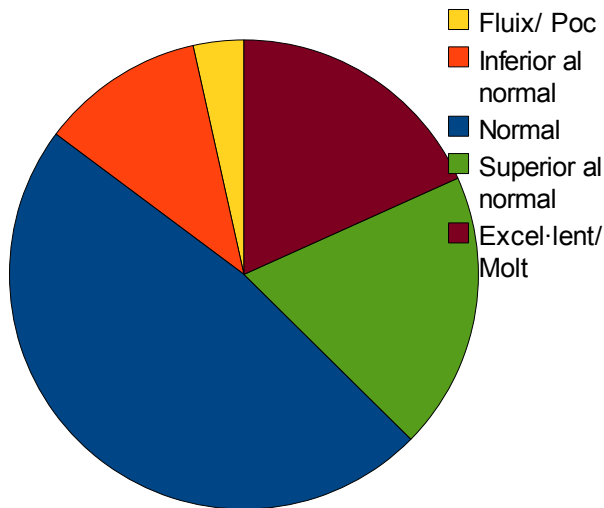
Gràfic 8: Capacitat matemàtica dels esquerrans.



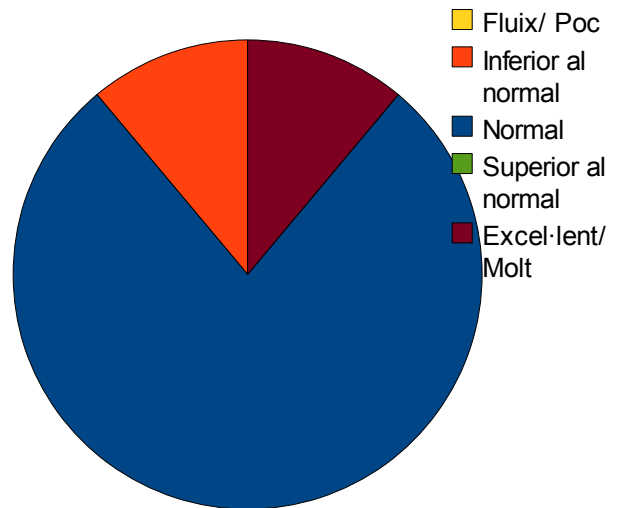
Gràfic 9: Arts plàstiques dels dretans.



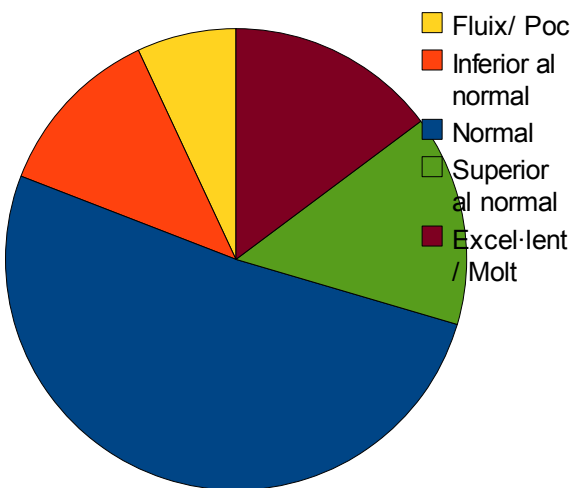
Gràfic 10: Arts plàstiques dels esquerrans.



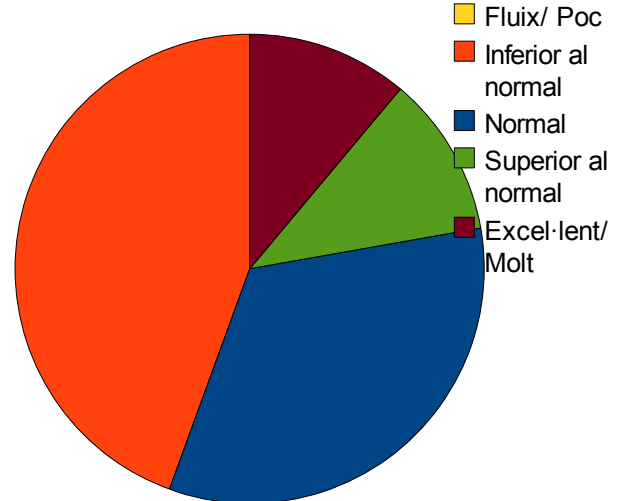
Gràfic 11: Expressió i comprensió verbal dels dretans.



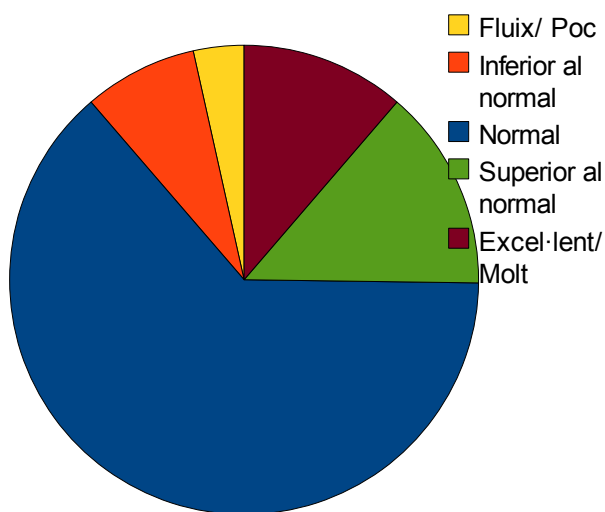
Gràfic 12: Expressió i comprensió verbal dels esquerrans.



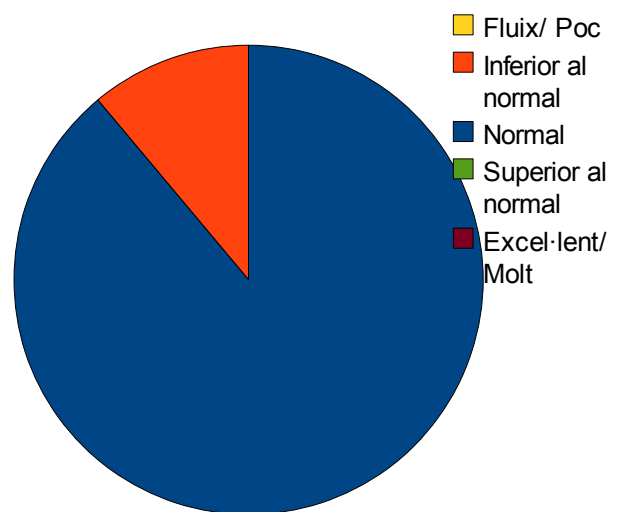
Gràfic 13: Expressió i comprensió escrita dels dretans.



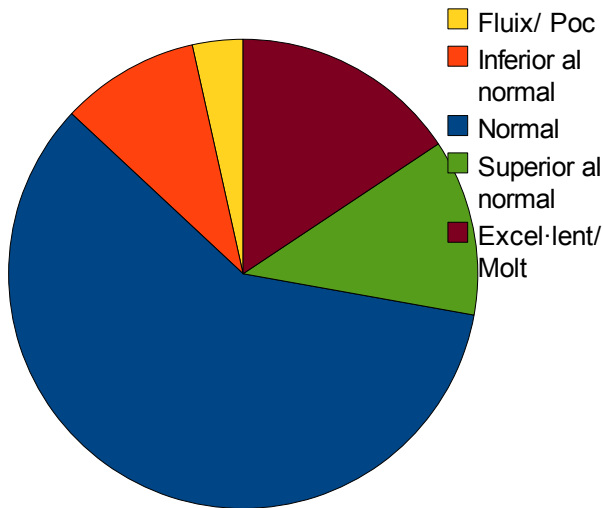
Gràfic 14: Expressió i comprensió escrita dels esquerrans.



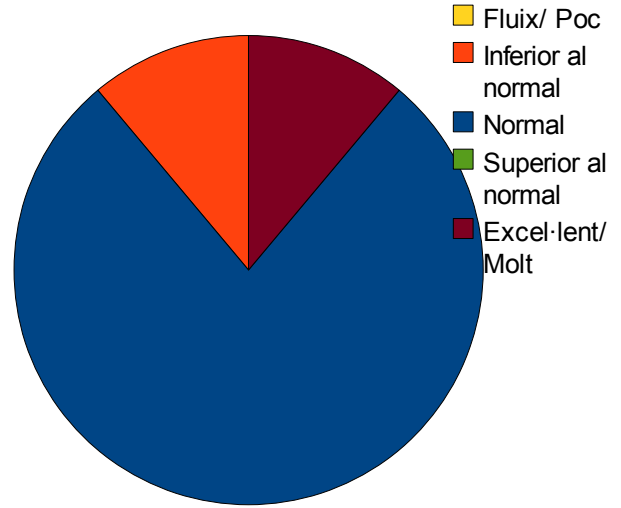
Gràfic 15: Sensibilitat musical dels dretans.



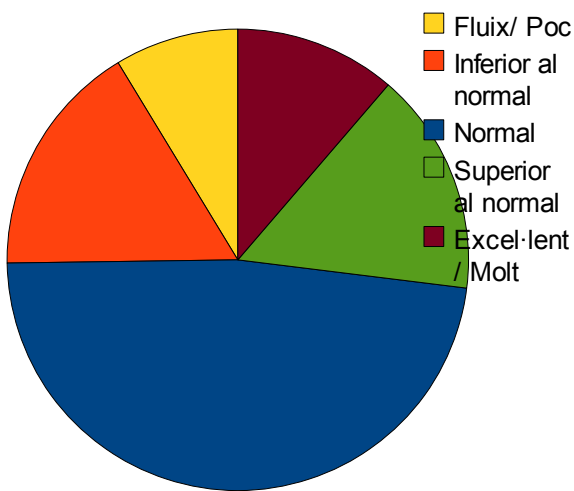
Gràfic 16: Sensibilitat musical dels esquerrans.



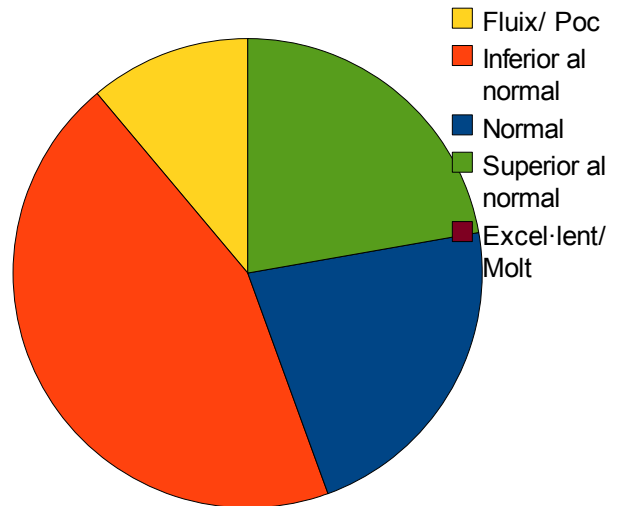
Gràfic 17: Memòria dels dretans.



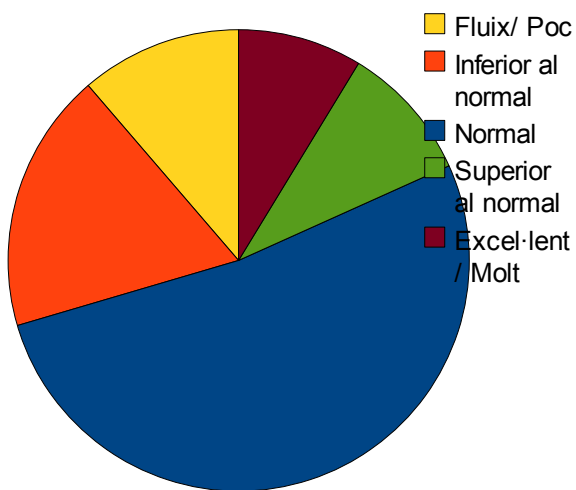
Gràfic 18: Memòria dels esquerrans.



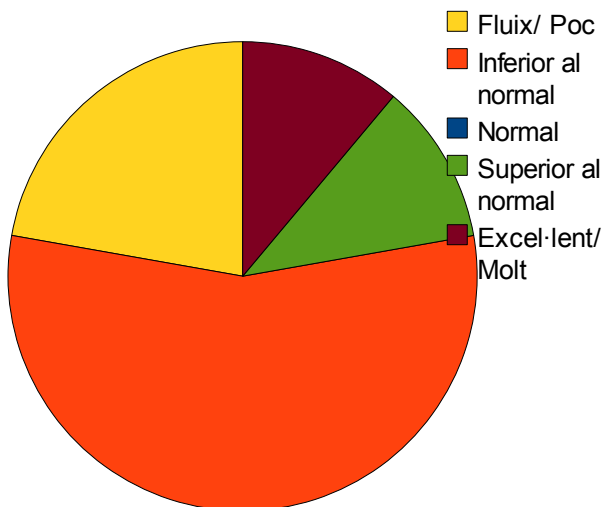
Gràfic 19: Capacitat planificadora dels dretans.



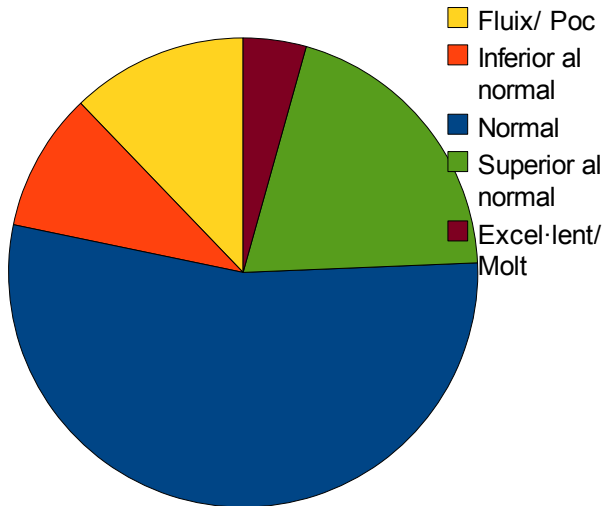
Gràfic 20: Capacitat planificadora dels esquerrans.



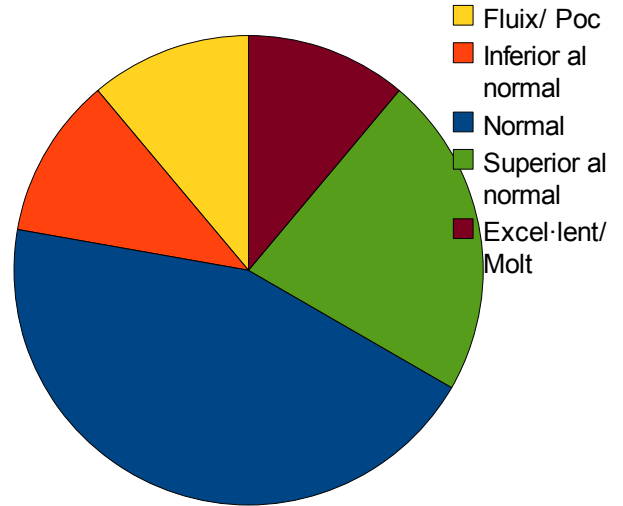
Gràfic 21: Capacitat de concentració dels dretans.



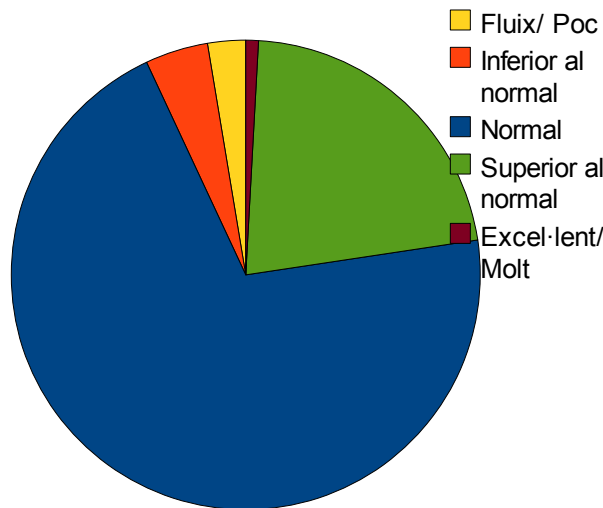
Gràfic 22: Capacitat de concentració dels esquerrans.



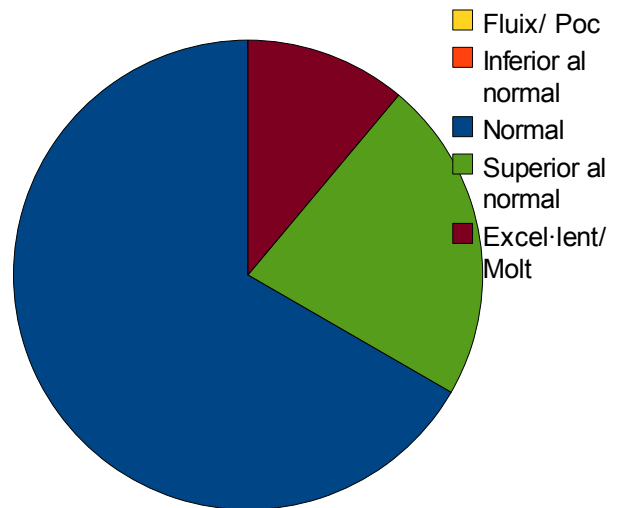
Gràfic 23: Sociabilitat dels dretans.



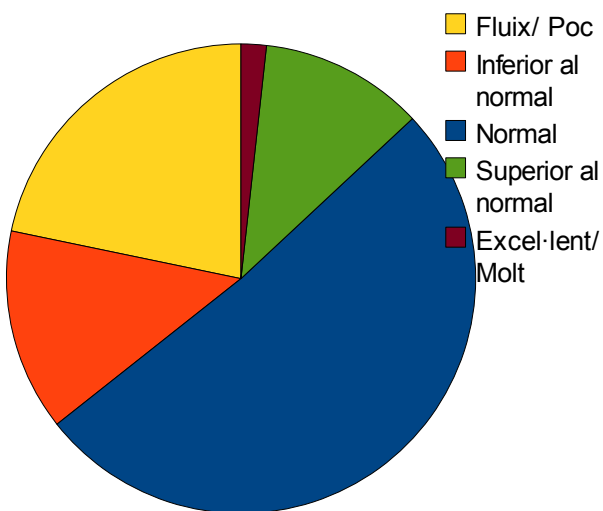
Gràfic 24: Sociabilitat dels esquerrans.



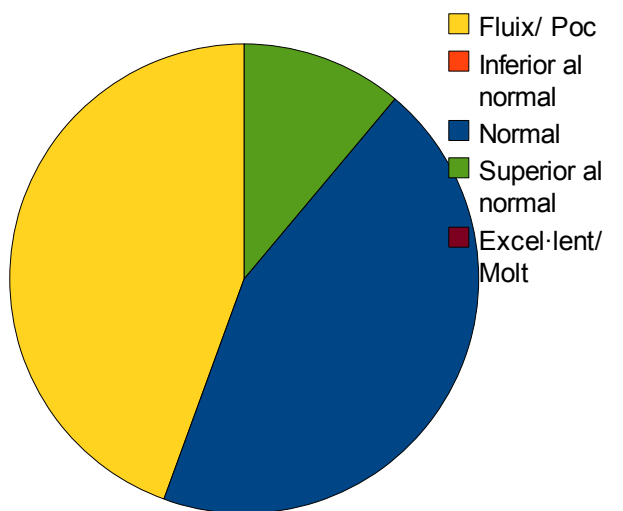
Gràfic 25: Sensibilitat dels dretans.



Gràfic 26: Sensibilitat dels esquerrans.



Gràfic 27: Agressivitat dels dretans.



Gràfic 28: Agressivitat dels esquerrans.

## X ANNEX 4: ENTREVISTA A MONTSERRAT JUNCADELLA<sup>13</sup>

### 1. Quina és la feina que realitzes a l'hospital? Quin càrrec tens?

Sóc neuropsicòloga de l'hospital de Bellvitge i treballo al Departament de Neuropsicologia. Acostumo a tractar amb pacients amb alteracions a les funcions cerebrals, com el llenguatge, la memòria, el reconeixement de cares... També treballo amb malalts psiquiàtrics o amb trastorns de conducta i amb pacients que requereixen o han necessitat neuropsicologia. Els pacients que han estat operats sempre tenen dificultats i necessiten dur a terme una recuperació.

El seguiment per cada pacient consisteix en elaborar un historial clínic, en on s'explica si el subjecte pateix alguna malaltia, si té antecedents patològics, al·lèrgies... Després de l'historial clínic, estudiem les anomalies que presenta el pacient: si ha patit un canvi de personalitat, si li costa parlar o fer problemes de càlcul... Això, juntament amb la realització de diverses proves, com un TAC, ens serveix per imaginar-nos el problema que presenta el pacient. Abans de dur a terme un diagnòstic final, sempre elaborem un test en funció dels dèficits que presenta el pacient. El diagnòstic del pacient pot ser des d'una rehabilitació o un tractament mèdic a una operació, si es tracta d'un tumor.

Avui en dia, moltes operacions es fan amb el pacient despert per tal de veure si les funcions del cervell estan sent modificades o no. Primer de tot, en aquests casos, s'adorm al pacient i li obren el cap; després, desperten el pacient i, finalment, el tornen a adormir. Ens interessa que el pacient estigui despert perquè així podem parlar amb ell i saber si li estem tocant una funció o una altra fent preguntes. Per exemple, si s'està modificant la funció de càlcul, el pacient no sabrà resoldre una suma.

### 2. Veient un cervell, què es pot saber de l'individu? Podries arribar a determinar les habilitats d'un individu veient-ne només el cervell?

No es poden determinar les habilitats d'un individu veient-ne només el cervell. Tot i així, els neuropatòlegs poden veure si hi ha algun teixit anòmal, com un tumor, només contemplant l'òrgan.

Per a poder determinar les habilitats d'una persona s'haurien de dur a terme algunes proves, com la ressonància funcional. Durant aquesta prova, es demana al pacient que resolgui un problema matemàtic o que expliqui un record i, llavors, es pot observar les parts del cervell que treballen, perquè s'il·luminen en una pantalla. Així doncs, en teoria, si una persona és molt bona en càlcul, s'il·luminarà una part més grossa del cervell. Tot i així, a la pràctica, és molt difícil de veure-ho perquè moltes àrees es troben interconnectades i si, per exemple, demanes a algú que resolgui una suma no només treballarà la funció relacionada amb el càlcul, sinó també la funció de llenguatge al expressar-la en veu alta.

<sup>13</sup> Montserrat Juncadella ha estudiat neuropsicologia i, actualment, exerceix a l'Hospital de Bellvitge, de Barcelona.

A més a més, no sempre que es tingui més desenvolupada una funció, aquesta ocuparà més espai. Per exemple, se sap que la llengua materna de les persones bilingües ocupa menys espai que la segona llengua perquè es té més domini de la llengua mare.

### **3. La típica organització del cervell és la que apareix en els llibres. Tot i així, podem trobar individus que presentin una organització atípica? En quin percentatge? Per què creus que passa?**

Sí que podem trobar persones amb una organització atípica però no és habitual.

Tot i així, se sap que entre el 95% i el 99% dels dretans presenten la funció de llenguatge a l'hemisferi esquerre i que, la resta, el presenta a l'hemisferi dret. En els esquerrans, el 70% la tenen a l'hemisferi esquerre, mentre que el 15% la situen a l'hemisferi dret i la resta, un 15%, presenten la funció bilateralitzada, és a dir, que es troba als dos hemisferis. Aquests estudis s'han elaborat a partir de pacients amb lesions a la parla.

### **4. Quines són les proves que realitzeu per saber com estan ubicades les diferents funcions del cervell?**

A cada pacient duem a terme un test que consisteix en unes proves d'intel·ligència a partir de les quals es pot saber el coeficient intel·lectual (CI) i la localització de les funcions del cervell. En alguns pacients també fem alguna ressonància o algun TAC.

### **5. Com es manifesta en un cervell la lateralitat creuada? És important tenir en compte la lateralitat quan s'ha d'operar algú?**

La lateralitat creuada sí que es manifesta al cervell, tot i no es pot observar visualment. Sí que és important tenir en compte la lateralitat a l'hora de dur a terme una intervenció quirúrgica, ja que cal saber on està ubicat l'hemisferi dominant que és aquell que presenta la funció del llenguatge.

### **6. Hi ha alguna diferència física entre el cervell d'un dretà i d'un esquerrà?**

No, no hi ha cap diferència física entre el cervell d'una persona dretana i una persona esquerrana. I, en teoria, els cervells d'un dretà i un esquerrà estan organitzats de la mateixa manera, tot i que, la funció del llenguatge dels esquerrans pot presentar més variacions que la dels dretans.

### **7. Trobem alguna diferència en l'organització de les funcions dels hemisferis dels cervells dels esquerrans?**

Els esquerrans tenen la funció del llenguatge més ubicada a l'hemisferi dret (un 15%) i, a vegades, també, pot trobar-se als dos hemisferis (un 15%). Tot i això, a part de la funció de la parla no trobem cap més diferència entre els dretans i els esquerrans.



A causa d'això, hi ha alguns científics que afirmen que els esquerrans tenen una capacitat de recuperació més elevada que els dretans quan presenten una lesió a la funció del llenguatge. Aquesta teoria, però, és relativa, i la capacitat de recuperació depèn, sobretot, de l'individu. Una vegada vaig tractar un pacient d'uns 40 anys esquerrà que patia un tumor. Aquest pacient presentava la funció del llenguatge a l'hemisferi esquerre. Després d'haver-li extret el tumor, el pacient va patir una recaiguda i se li va tornar a fer un tumor al cervell. Quan se li va fer la ressonància, vam poder observar que la situació la funció del llenguatge havia canviat completament, i que finalment es trobava a l'hemisferi dret.

Aquests casos són possibles gràcies a la plasticitat del cervell, que fa que les rehabilitacions siguin possibles.

- 8. Hi ha hagut casos en què s'ha operat el cervell per modificar el caràcter d'un individu. Per exemple, es va donar un cas als EUA d'un home amb tendències altament agressives que se li va operar el cervell per tal que aquesta postura desaparegués i es va aconseguir. Creus que ens fa falta un avenç molt més gran perquè es puguin aconseguir dur a terme aquest tipus d'operacions a Espanya? Opines que és ètic ?**

Aquests casos van ocórrer fa uns anys i van ser fruit del desconeixement. Actualment, se sap que després d'una intervenció quirúrgica al cervell, aquest s'altera permanentment i, tot i que la rehabilitació sigui un èxit, es modifica el cervell del pacient. S'han donat casos de persones que després d'una intervenció quirúrgica s'han tornat apàtics o amorfs.

Així doncs, cal valorar si val la pena dur a terme un tractament quirúrgic a aquest tipus de pacients.

Actualment, només s'operen aquells pacients que presenten una malaltia obsessiva compulsiva que dificulta la seva vida i la de les persones del seu entorn. Aquests casos són malalts molt greus en els què els tractaments psicològics i mèdics que no han tingut cap efecte.

- 9. La neuròloga Rita Carter va dir: "Crec que com més temps passem elegint la profunda pau del nostre cervell dret, major serà la pau que projectem al món, i el nostre planeta serà més pacífic.". Què en penses?**

Opino que utilitzem poc l'hemisferi dret perquè, des de petits, ens han educat mitjançant un aprenentatge basat en les funcions de l'hemisferi esquerre. A l'escola, per exemple, se'ns potencia, sobretot, les funcions analítiques i de llenguatge.

Tot i això, no crec que si utilitzéssim més l'hemisferi dret esdevindríem més pacífics.

Cal tenir en compte que Rita Carter va patir una lesió cerebral i va viure una intervenció quirúrgica i aquest tipus d'operacions sempre canvien la perspectiva de la vida, fa que es vegin les coses diferents. Pot ser que Carter cregui que l'hemisferi dret és més pacífic per la seva experiència vital.

**10. Has viscut alguna experiència interessant al llarg de la teva vida professional relacionada?**

Recordo, per exemple, un noi esquerrà que presentava una lesió cerebral per consum de drogues. Aquest pacient tenia el cervell invertit, és a dir, tenia les funcions pròpies de l'hemisferi esquerre a l'hemisferi dret i a l'inrevés. Aquest noi, a més, també tenia antecedents directes esquerrans.

Aquests casos de lateralitat invertida són molt escassos. S'ha de tenir en compte que només podem saber si una persona té el cervell normal o organitzat de forma atípica a partir de proves específiques.

## XI ANNEX 5: ENTREVISTA A MONTSERRAT

### CANET<sup>14</sup>

#### **1. L'hemisferi dret i esquerre del cervell tenen unes funcions molt diferenciades?**

Sí, l'hemisferi esquerre es caracteritza per processar la informació de forma lineal. És l'hemisferi més relacionat amb la lògica i té unes funcions relacionades amb el llenguatge i el càlcul. És la meitat del cervell que utilitzem quan resollem un problema matemàtic o quan parlem.

L'hemisferi dret no entén de lògica. Processa la informació de forma global, tota alhora. Per exemple, quan veiem un dibuix, l'hemisferi esquerre es va fixant per ordre en tots els detalls fins a veure'l complet. L'hemisferi dret, en canvi, analitza tot el quadre alhora.

L'hemisferi dret domina unes funcions relacionades amb la creativitat i l'art, l'expressió musical i les facultats video-especials. Aquesta part del cervell també s'encarrega de l'expressió d'emocions i sentiments. L'hemisferi esquerre és el que ens fa establir relacions entre les persones.

#### **2. Segons la teva experiència professional, opines que els esquerrans tenen un caràcter definit o una emotivitat diferent?**

Depèn de l'esquerrà. Hi ha esquerrans que tenen dificultats i n'hi ha que no. Tot i així, trobem un tant per cent més elevat d'esquerrans amb problemes de concentració i de planificació que no pas dretans.

Des del meu punt de vista de psicòloga, em sembla que hi ha molts esquerrans amb dificultats per a aprendre algunes assignatures com les matemàtiques. Tot això els proporciona una autoestima molt baixa i, ben sovint actuen de manera irritable i s'aïllen una mica. Aquesta situació també els provoca timidesa i més dificultat a l'hora de relacionar-se. Quan es presenta aquest cas, el noi requereix una ajuda externa.

Davant de les dificultats que se'ls presenta en l'educació, els esquerrans acostumen a actuar de manera extremista. N'hi ha que es tanquen en sí mateixos, fan veure que passen de tot i actuen amb nerviosisme. I, per l'altra banda, també hi ha molts casos que s'autoexigeixen molt i intenten superar totes aquelles dificultats que troben.

#### **3. Creus que és possible associar els dretans o els esquerrans amb unes habilitats i capacitats determinades, com per exemple, l'expressió musical o el plantejament matemàtic?**

Sí, sobretot en els nens petits. Els esquerrans acostumen a tenir més dificultats en l'aprenentatge de les assignatures que formen la base de l'educació: les ciències i les llengües.

<sup>14</sup> Montserrat Canet és mestra i psicòloga. Treballa en un bufet professional de psicologia i, com a mestra, ha treballat a l'Institut de Súrria i a l'Escola de Callús. També ha treballat als serveis centrals d'educació.

També trobem esquerrans amb problemes de concentració i d'organització.

Evidentment, hi ha dretans amb dificultats per a aquestes assignatures, però no tant com esquerrans. Hi ha nens que presenten dificultats amb les matèries relacionades amb l'hemisferi esquerre però que, en canvi, tenen uns dots creatius molt elevats. Tanmateix, també trobem infants amb dificultats d'aprenentatge amb una creativitat inferior al normal.

Els nens petits que tenen dificultats, requereixen unes ajudes especials perquè, si no, arriba un moment en què s'encallen. Tot i així, aquestes mancances mai no són greus i no arriben a condicionar a la persona adulta.

#### **4. Quines són les principals dificultats que se li presenten a un esquerrà a l'hora d'adaptar-se a la societat occidental actual?**

A nivell cognitiu, si un esquerrà té dificultats, necessita dedicació i ajuda. El més greu, però, és aquesta dificultat a l'hora d'aprendre que provoca, a vegades, que el noi tingui uns problemes greus, com una falta d'autoestima o una timidesa extrema.

#### **5. Et sembla correcta l'afirmació que els esquerrans tenen més desenvolupat l'hemisferi cerebral dret?**

Sí... Pot ser. Tot i així, no crec que hi hagi gaires diferències entre els dretans i els esquerrans en els dots creatius. Opino que les diferències significatives es troben a l'hemisferi esquerre.

#### **6. Creus que l'educació actual potencia les activitats relacionades amb l'hemisferi esquerre, deixant més al marge aquelles més creatives? Creus que hi ha més esquerrans inadaptats que dretans?**

Sí, totalment. Tot i això, actualment, el tema dels diferents tipus d'intel·ligències és molt popular, i això provoca que la societat actual valori cada cop més, la creativitat i les emocions. Tot i així, l'educació actual no ho valora gens. A més a més, es considera que aquelles persones que no tenen un alt nivell en ciències o lletres no són intel·ligents quan, pot ser, que aquesta persona tingui una capacitat emotiva o creativa excepcional.

Hi ha el pensament erroni que el batxillerat artístic o escènic és més fàcil, però tot i així, requereix unes habilitats diferents, com saber-se expressar teatralment, tenir una bona oïda musical o uns dots artístics més elevats.

Actualment, hi ha la intenció per part del Departament d'Educació de tenir més en compte les emocions i el tracte entre les persones a les escoles. Els centres han d'elaborar, per exemple, el Projecte Convivència.

No crec que hi hagi més esquerrans inadaptats que dretans. El que sí que és cert, però, és que hi ha més esquerrans amb dificultats de l'escritura. Tot i així, això no els provoca una inadaptació a la societat quan creixen.

**7. Cap a on hauria d'evolucionar l'educació per tal d'acollir de la mateixa manera dretans o esquerrans?**

Per a començar, crec que hi hauria d'haver un canvi de metodologia en l'educació, per tal d'entendre que l'aprenentatge no s'ha de basar només en algunes funcions concretes del cervell, sinó en l'exercitació de totes elles.

El professorat hauria de tenir una formació constant i exigir a l'alumnat d'acord amb les possibilitats de cadascú. No s'hauria d'exigir tant als alumnes que tenen dificultats en algunes matèries com a aquells que no en tenen. També s'hauria de valorar més l'esforç que posa l'alumne per a millorar en la matèria. Hauríem de ser més conscients que no totes les persones som iguals ni tenim la mateixa facilitat per a aprendre.

Finalment, crec que és imprescindible conèixer millor el cervell i les seves funcions.

**8. La neuròloga Rita Carter va dir: “Crec que com més temps passem elegint la profunda pau del nostre cervell dret, major serà la pau que projectem al món, i el nostre planeta serà més pacífic.”. Què en penses?**

Crec que aquesta frase té tota la raó. La societat occidental actual no dóna massa importància a les relacions i als valors: cada vegada som més individualistes. La nostra meta és arribar a l'èxit professional i, pel contrari, seria més important valorar les emocions i les relacions que hi ha entre les persones.

Als instituts, per exemple, i sobretot al batxillerat, no se li dóna massa importància a les tutories. Com a psicòloga, crec que les tutories haurien de ser una assignatura imprescindible, on s'intentés unir més el grup i crear un bon ambient.

**9. Has viscut alguna experiència interessant al llarg de la teva vida professional?**

Sí, he viscut moltes experiències que m'han marcat, tot i així recordo especialment un alumne de primària de Callús que tenia moltes dificultats a l'hora d'aprendre, especialment les llengües. Aquest alumne presentava dislèxia i necessitava anar al logopeda i, per això, tothom creia que aquell alumne no tenia cap futur professional esperançador. Quan va anar a l'institut, li va resultar encara més difícil seguir el ritme del curs i no va arribar a treure's el títol de l'ESO.

Al cap dels anys, vaig anar a un sopar d'exalumnes i me'l vaig trobar. Al principi, no el reconeixia perquè parlava d'una manera perfecte i havia canviat bastant físicament. Tot i així, quan vaig saber qui era li vaig demanar com li anava tot. Em va explicar que era molt bo en informàtica i que viatjava al voltant del món arreglant programes.

## XII ANNEX 6: CORREU ELECTRÒNIC A MICHAEL CORBALLIS<sup>15</sup>

Dear Sir,

I am a student from Spain who is doing a project about left-handed and right-handed people. I relate the hand which people use with the brain hemispheres. I have seen some videos where you appear and I found your e-mail in a university website.

I would very much appreciate whether I could enquire some queries about the brain and right-handed people. My project should have both a theoretical and a practical part. This e-mail and your reply would be a part of the practical section.

\*\*\*Coaner,

It is a bit difficult for me to respond in detail as I am at a conference in Europe and don't have much time for email. However I'll add a few quick comments below.

**In my research, I have tried to discover if there are more left-handed people with learning difficulties.**

\*\*There is some evidence people whom are ambidextrous are more likely to have learning difficulties than either left- or right-handers. They also seem to be more likely to have attentional deficit disorders. These effects are not very strong.

**On the one hand, my project explains that there are more left-handed people with eases with the functions of the right hemisphere: creativity, expression of emotions, musical skills...**

\*\*\*About 70 percent of left-handers have speech in the left brain, so only about 30 percent are right-brain dominant. About 95 percent of right-handers are left-brain dominant. This means that you can't really say that left-handers are necessarily superior in emotion, music or creativity. There may be a weak trend but that's about all.

**On the other hand, I think that right-handed people could have their left hemisphere functions more developed: language, speech, mathematical skills... To say that, I have grounds in the crossed connection between the brain and the hands.**

\*\*\*As I explained above, not all people have crossed connections.

---

15 Michael Corballis és professor de psicologia i membre del Centre d'Investigació en ciència cognitiva de la Universitat d'Auckland, Nova Zelanda.

**First of all, I would really like to know something about your projects. Secondly, I would be really interested in discovering whether the brain of a left-handed person and a right-handed one is identical or not.**

\*\*\*Left handers are more likely to have a mixed pattern of dominance, whereas most right handers conform to a regular pattern (left brain verbal, right brain spatial).

**I would also be eager to know if it is possible that more left-handed people have difficulties with mathematical and language skills. Do you reckon that we can say that right-handed people and left-handed people have got a different intelligence?**

\*\*\* The differences are really very small! As I explained above, it seems to be mixed handers (ambidextrous) who are most likely to have academic problems.

**I would be truly grateful if you could address these queries before the forthcoming month, as I am keen to finalize my project by then.**

\*\*\*The better way to test for differences is to look at brain activity directly, through brain imaging. Handedness is a fairly weak guide to how people differ with respect to brain function.

**Thank you a lot from Spain and I am looking forward to hearing from you.**

**Yours faithfully,**

**Coaner Adam**

\*\*\* Good luck!

**Estimat Senyor,**

**Sóc una alumna espanyola que està fent un treball sobre la gent dretana i esquerrana. Relaciono la mà que usen les persones amb els hemisferis del cervell. He vist algun vídeo on apareix i vaig trobar el seu correu electrònic en una pàgina sobre una universitat.**

**Apreciaria molt que li pogués preguntar algunes qüestions sobre el cervell i la gent esquerrana. El meu projecte hauria de tenir tant una part teòrica com una part pràctica. Aquest correu electrònic i la teva resposta formarien part de la secció pràctica.**

**\*\*\* Coaner,**

**És una mica difícil per a mi respondre en detall ja queestic en una conferència a Europa i no tinc massa temps per enviar e-mails. Malgrat tot, afegiré una quantitat de comentaris ràpids a sota.**

**Respecte a la meua recerca, he intentat descobrir si hi ha més persones esquerranes amb problemes d'aprenentatge.**

**\*\*\*Existeixen algunes proves de que la gent que és ambidextra tenen més possibilitats de tenir dificultats d'aprenentatge que els que són esquerrans o dretans. Sembla ser que també són més propensos a tenir desordres de dèficit d'atenció. Aquests efectes no són molt importants.**

**Per una banda, el meu projecte explica que hi ha més persones esquerranes amb facilitats amb les funcions de l'hemisferi esquerre: creativitat, expressió d'emocions, habilitats musicals...**

**\*\*\*Un 70 per cent dels esquerrans tenen la facultat de la paraula en el cervell esquerra, per tant tan sols un 30 per cent són dominants en el cervell dretà. Un 95 per cent de dretans són de domini esquerrà. Això vol dir que no es pot afirmar que els esquerrans siguin necessàriament superiors en emocions, música o creativitat. Podria haver una tendència feble, però això és tot.**

**Per l'altra banda, penso que els dretans podrien tenir les funcions del seu hemisferi esquerre més desenvolupats: llenguatge, càlcul, habilitats matemàtiques... Per poder dir-ho, m'he basat en la connexió creuada entre el cervell i les mans.**

**\*\*\*Tal i com he dit abans, no totes les persones tenen connexions creuades.**

**Primer de tot, m'agradaria molt conèixer alguna cosa dels seus projectes. En segon lloc, estaria molt interessada en descobrir si el cervell d'una persona esquerrana i una persona dretana és idèntic o no.**

**\*\*\*Els esquerrans tenen més tendència a tenir un model barrejat de dominància, mentre que la majoria de dretans segueixen un model regular (cervell esquerra verbal, cervell dret espacial).**



***També estaria agraïda de conèixer si és possible que les persones esquerranes tinguin dificultats amb les habilitats matemàtiques i lingüístiques. Pensa que podem dir que les persones dretanes i les persones esquerranes tenen una intel·ligència diferent?***

***\*\*\*Les diferències són molt petites! Tal i com vaig explicar abans sembla ser que els de domini barrejat (ambidextres) són qui tenen més probabilitats de tenir problemes acadèmics.***

***Estaria molt agraïda si em pogués enviar aquests dubtes abans del mes vinent, ja que tinc ganes d'acabar el meu projecte aleshores.***

***\*\*\*La millor manera de provar les diferències és mirar l'activitat cerebral directament, a través de proves per imatge del cervell. La propietat d'utilitzar una mà més que una altra és una guia bastant feble de com les persones es diferencien en respecte a la funció cerebral.***

***Moltes gràcies des d'Espanya i esperaré amb il·lusió rebre notícies seves.***

***Teva cordialment,***

***Coaner Adam***

***\*\*\* Bona sort!***