

**POTENCIALS EVOCATS (P300, N400 i N200)
I PARÀMETRES ROC I DE LA TDS APLICATS
A COMPONENTS IMPLÍCITS DE LA MEMÒRIA**
***EVOKED POTENTIALS (P300, N400 AND N200)
AND ROC PARAMETERS AND TDS APPLIED
TO IMPLICIT MEMORY COMPONENTS***

Manuel Pelegrina del Río, Agustín Wallace Ruiz,*
Carlos Vívar Ríos,* María Concepción Moreno Fernández*
i Jenniffer Seguel Berríos**

Resum

Introducció: Proposem tècniques de potencials evocats relacionats amb esdeveniments (PRE) i mesures de la teoria de la detecció de senyals (TDS) de manera conjunta. A partir d'aquestes tècniques s'argumenta sobre el coneixement funcional d'alguns components de la memòria. Objectius: Mostar els indicadors que ens permeten diversificar entre els components de la memòria: latència i amplitud dels PRE, i mesures de la TDS. Participants: Es van enregistrar 8 sessions amb 8 participants entrenats. Resultats: Vam obtenir diferències estadísticament significatives en relació amb el tipus de memòria, així com respecte a l'amplitud d'ona del N200. A més, vam obtenir diferències observables pel que fa a la mitjana del temps de latència dels components i a la grand average, o mitjana general, de les dues condicions experimentals: memòria explícita i memòria amb manipulació de l'atenció a

* Universitat de Màlaga.

Correspondència: Dr. Manuel Pelegrina del Río. Departament de Psicobiologia i Metodologia de les Ciències del Comportament. Facultat de Psicologia (Universitat de Màlaga). Campus de Teatinos, 29071, Màlaga. Tel. (59) 213 25 38. Fax: (95) 213 26 21. E-mail: <pelegrina@uma.es>. Aquest article ha sigut finançat parcialment per la Comunitat Econòmica Europea (FEDER) mitjançant una ajuda amb la qual es va adquirir un equip de potencials evocats.

l'estímul (components més propers a allò que, des del punt de vista teòric, conceptualitzem més proper a l'implícit, sense necessitat de ser purament implícit). Conclusions: L'obtenció de les falses alarmes i l'amplitud del N200, estadísticament diferents per a cada condició experimental, ens van permetre diversificar funcions de la memòria. D'altra banda, des de l'aplicació de la TDS s'assumeix la continuïtat dels processos, per exemple, corbes z-ROC a partir d'indicadors acumulats i continus (sense presència de llindars). Per la seua banda, l'observació de la mitjana general ens va permetre descriure la continuïtat (alhora que la diferència) d'ambdues memòries.

Paraules clau: components de la memòria, z-ROC, TDS, PRE.

Abstract

Introduction: We propose the use of two techniques, evoked potentials events related to facts (PERF) and measures of the signal detection theory (SDT). Using these techniques we study the functional knowledge of some memory components. Aims: To show which indicators allow us to distinguish between memory components: PERF latency and amplitude and SDT measures. Participants: data came from 8 training participants, reported along 8 sessions. Results: Statistically significant differences arose depending on the type of memory, and in the N200 amplitude. Moreover, there were also differences in the mean of latency time among components and in the grand average, or general mean, in both experimental conditions: explicit memory and memory related to stimulus manipulation (components closer to what, from the theoretical point of view, is conceptualized as the implicit, without being purely implicit). Conclusions: The statistically significant differences between false alarms and N200 amplitudes between the two conditions of the study showed diverse functions of the memory. Furthermore, from the SDT, continuity of processes is assumed, for instance, z-ROC curves in accumulated and continuing indicators (without the presence of thresholds). The average mean permitted us to describe the continuity and differences of both memories.

Key words: memory components, z-ROC, SDT, PERF.

Introducció

La memòria humana s'ha classificat com a explícita (conscient) i implícita (menys conscient). Aquesta classificació es refereix a una major o menor implicació dels processos conscients (Schacter, 1987). Entre els extrems d'aquest dualisme hi ha una gran varietat de possibilitats (vegeu altres classificacions pos-

sibles: Gramunt, 2008; Manzanero, 2006; Osorio, 2009). La memòria explícita permet la possibilitat que els humans organitzin la informació d'una manera intencionada (Hirst, 1989), mentre que la memòria no conscient (o relativament conscient) representa nivells progressivament deteriorats des d'allò relativament intencional fins al que és menys intencional o implícit. En efecte, permet aprenentatges associatius, motors, etc., la qual cosa donarà lloc a aprenentatges automatitzats, més o menys implícits (Correa, 2007). Dit açò, aquestes referències teòriques són globals i poc operatives, per això el nostre objectiu general en aquest treball consisteix a centrar-nos en alguns components concrets de la memòria, situats entre tots dos constructes: un d'explícit i un altre de més implícit.

D'altra banda, cal saber que des del punt de vista anatòmic, els components no conscients de la memòria es troben associats al sistema corticoestriat. Aquesta estructura cerebral és menys vulnerable al deteriorament per causes de l'edat que el sistema corticolímbic (Dalla Barba i Rieu, 2001; Gramunt, 2008) associat a la memòria explícita. A més, hem d'indicar que els components menys conscients de la memòria es relacionen amb altres variables, pròpies de les diferències individuals (Correa, 2007; Fernández-Rey i Merino, 2002).

De la mateixa manera, és necessari destacar que els denominats models duals de la memòria s'han classificat així basant-se en els conceptes de familiaritat (models menys conscients) d'una banda, i el record (models més conscients) d'una altra. Aquests models s'han estudiat profundament en l'àmbit de la psicologia experimental (Wixted, 2007; Yonelinas, 1994, 2002; Yonelinas i Parks, 2002), encara que hi ha aplicacions en l'àmbit clínic (Correa, 2007; Gramunt, 2008). La nostra proposta consisteix a aplicar un model experimental que assumisca components de qualsevol tipus de memòria (des de qualsevol teoria) a partir dels PRE i la TDS i extraure'n les diferències.

Altres diferències s'han relacionat amb l'envelliment (Craik i Jennings, 1992), així com amb la malaltia d'Alzheimer (Manzanero, 2007).

No obstant això, i d'una manera ja molt específica, s'han obtingut respostes diferenciades en memòria per a encerts i falses alarmes (Pelegrina, Emberley, Wallace i Marín, 2011; Pelegrina i Tejeiro, 2006; Ruchkin, Sutton, Kiezman i Silver, 1980; Squires, Squires i Hillyard, 1975; Wild, 2006). Les falses alarmes són mesures indirectes, algunes de les quals són conscients, però d'altres són producte de l'atzar, o fins i tot de l'intent d'endevinar la resposta per part del participant. A més, permeten l'acumulació ordinal quan s'obtenen respostes mitjançant una escala d'estimació. Això permet veure si les respostes són contínues o no. Si no són contínues apareixen llinars, o canvis bruscs de nivell al llarg del continu.

Una manera d'especificar les falses alarmes és mitjançant el paradigma de la TDS, a partir del qual s'ha mostrat com l'increment de les falses alarmes (o falsos positius) podria estar relacionat amb els processos associatius (entenem

que més propers a l'implícit), mentre que els encerts estarien més relacionats amb els processos cognitius (més propers a l'explícit) (Pelegrina et al., 2006, 2011). És en aquest sentit com les apliquem ací.

En relació amb la variable temps, cal indicar que alguns autors l'han utilitzada per a obtenir memòria implícita (Ballesteros, Reales i Manga, 1999). En general, el temps del procés perceptiu conscient es correspon amb un temps de latència davant la presentació de l'estímul d'aproximadament t 300 ms (Boldini, Russo i Avons, 2004; Pelegrina, Mayor, Adrián, Cuevas i López-Pascual, 2006). És ben sabut que aquesta latència, en el context dels PRE, es correspon amb la presa de decisions conscient, i se situa entorn del P300, mentre que el N200 (ona negativa pròxima als 200 ms) tindria un caràcter més perceptiu-motor i menys conscient.

En efecte, el component N200 representa una mesura indirecta, més propera als processos menys conscients. Aquestes conductes s'han relacionat amb conductes automatitzades i es detecten durant temps de latència anteriors al P300 (Trujillo-Orrego, 2011). Efectivament, el N200 és un component electrofisiològic relacionat amb l'anàlisi perceptiva anterior a la presa d'una decisió. En aquest sentit, proposem l'estudi de les variacions que experimenta en el temps de latència, així com la mesura d'amplitud (en el N200) per si hi haguera diferències entre allò que és implícit (més pròxim als PRE exògens) i allò que és cognitiu, més relacionat amb els PRE endògens.

A partir d'açò anterior especificuem els objectius concrets i les hipòtesis específiques d'aquest treball:

En primer lloc pretenem el control experimental del tipus de tasca (tasca incidental amb atenció dividida per a obtenir memòria més propera a l'implícit que a l'explícit). D'ací es desprèn la hipòtesi que la condició d'atenció dividida produirà una deterioració en els components explícits de la memòria, però no en els implícits. A causa d'açò trobarem més falses alarmes en la condició d'atenció dividida que en la memòria explícita, fet que s'observarà en la tendència (continu) de les corbes z-ROC.

El segon objectiu consisteix a obtenir les latències i les amplituds dels components dels PRE. A partir d'aquest objectiu pretenem acceptar els diferents components assumint la hipòtesi que el N200 reflectiria millor els processos menys explícits (o menys conscients) i els components P300 i N400 reflectirien millor processos explícits (més conscients) de la memòria.

Un tercer objectiu consisteix a controlar la presentació de l'estímul. En aquest cas assumim que un temps relativament breu de presentació (500 ms), poc més de 300 ms, podria afavorir els components més implícits (N200 i falses alarmes). Realment, el temps de presentació de l'estímul és una variable tan important que, segons alguns autors, només amb açò es podria avaluar la memòria implícita mitjançant el que s'ha anomenat «prova d'identificació ràpida

de l'objecte» (Ballesteros et al., 1999, pàg. 713). Tanmateix, el nostre propòsit en aquest treball es refereix literalment al control de la presentació de l'estímul, per això, no generem cap hipòtesi concreta a partir d'aquest objectiu.

El quart objectiu fa referència al tipus de resposta (intent de reconèixer l'estímul presentat) per mitjà d'una escala d'estimació subjectiva i contínua per a mesurar la continuïtat de la «força» de la memòria (força de la petjada segons la TDS, des de l'encert per atzar fins a l'encert segur, passant per l'intent d'endevinar l'estímul presentat). La hipòtesi corresponent a aquest objectiu implica que si es produeixen respostes que es poden representar en corbes ROC contínues, això vol dir que hi ha continuïtat de la memòria. Per contra, si apareixen llindars (saltos no lineals) en les respostes, llavors no hi ha continuïtat. Aquesta hipòtesi serà reforçada (en cas de ser contínua) per la *grand average*, que representa la mitjana dels electroencefalogrames dels PRE en ambdues condicions experimentals d'una manera visual i contínua.

Quant a la diversificació de la memòria esperem comprovar que les dues condicions experimentals ofereixen resultats propis de memòries diferents: falses alarmes diferents, amplitud i latències dels components dels PRE diferents, corbes ROC diferents i *grand average* d'ambdues memòries diferents.

Finalment, cal afegir que també controlem el tipus d'estímul, així com les diferències entre lloc i elèctrode.

Mètode

Mostra

Es van enregistrar 8 sessions vàlides per a la condició d'atenció dividida i per a la condició de memòria explícita. Aquestes dades procedien de 8 participants entrenats, que eren estudiants adults sense patologia manifesta. No van participar els que van manifestar estar cansats, estressats o que prenién algun medicament que poguera afectar la percepció, la memòria o l'aprenentatge.

Instruments

Es va emprar un equip de potencials evocats de 172 canals, 164 estandaritzats i 8 lliures, dels quals es van enregistrar els canals F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz i O2. Per al processament es va utilitzar una base d'ítems composta per una mostra de 80 paraules (seleccionades estadísticament) basada en la freqüència d'ús –freqüència alta (FA) i freqüència baixa (FB)– i la classe gramatical –classe oberta (CA) i classe tancada (CT)– [20]. La freqüència de les paraules de CA (noms, verbs i adjectius) es va situar entre 44 i 696 en freqüèn-

cia d'ús (Juilland i Chang-Rodriguez, 1964) i entre 53 i 1.798 (Alameda i Cuetos, 1995). La mitjana de la CA es va estimar entre 48,5 i 1.247 de freqüència ($M = 647,75$). La freqüència d'ús en paraules de CT es va situar entre 21 i 2.265 en el diccionari de freqüències de Juilland i Chang-Rodriguez (1964) i entre 35 i 1.271 en el diccionari d'Alameda i Cuetos (1995). La mitjana en freqüència de paraules de CT es va estimar entre 28 i 1.765 ($M = 911,2$). En aquesta selecció observem desequilibris entre la classe de paraules i la freqüència que tenen, fets que no es poden controlar i que es troben també presents en altres idiomes com l'alemany segons la investigació de Münte et al. (2001), en la qual es va utilitzar el mateix procediment estadístic descrit anteriorment en la selecció de l'estímul (paraules). L'únic objectiu que es pretenia amb la classificació estadística de les paraules, basada en diccionaris de freqüència d'ús, era presentar una prova de memòria de reconeixement equilibrada exhaustivament quant al tipus de paraules utilitzades. En aquesta investigació no hi ha objectius específics respecte a cada grup de paraules, si bé els possibles resultats diferencials en aquest sentit seran fruit de treballs futurs..

Procediment

Amb les 80 paraules esmentades es van organitzar dues condicions experimentals, triant-ne 40 aleatòriament per a la condició d'atenció dividida i 40 per a la condició de memòria explícita. Les dues llistes de paraules es van presentar per mitjà del programa E-prime (Schneider, Eschman i Zuccolotto, 2002), de manera aleatòria a cada subjecte. La condició era equilibrada entre participants. La resta de paràmetres (monitor, distància del monitor, angle de visió i experimentador) es van igualar per constància per a tots els participants.

La forma de respostes es va ajustar al paradigma de la TDS en memòria de reconeixement d'ítems, és a dir, respostes «SÍ-NO» més escala d'estimació. Les respostes SÍ corresponien a la tecla número 1 del teclat de l'ordinador i les respostes NO, a la tecla número 2. A partir de l'enregistrament directe de l'activitat dels PRE i mitjançant els elèctrodes es van obtenir els temps de latència de l'activitat electrofisiològica. L'equip de potencials evocats estava instal·lat de manera que es podien enregistrar els encerts i les falses alarmes, d'acord amb la TDS.

Per a començar l'experiment el participant va llegir les instruccions i se li va explicar detalladament el treball que calia realitzar amb exemples pràctics i responnent als seus dubtes. Se li va instar a respondre polsant el més ràpid possible la tecla corresponent a SÍ o NO (1 i 2 del teclat, respectivament).

En la prova experimental amb atenció dividida es van utilitzar 40 paraules, 20 de les quals es van presentar com a prova. Estaven escrites en lletra Verdana de 14 punts de grandària i mostraven un dígit damunt de la paraula i

un altre dígit davall. En aquesta condició no es donaven instruccions relatives a proves posteriors, simplement s'indicava al participant com realitzar la tasca de categorització. Es van donar exemples pràctics de la tasca fins a garantir-ne la comprensió. La tasca de categorització (memòria amb atenció dividida) consistia a valorar la simetria entre els dos dígit que flanquejaven la paraula. Els dígit se situaven en la part central (costat superior i inferior de la paraula), al més a prop possible de la paraula, amb l'única condició que es veren separatament d'aquesta. Els dígit anaven del 0 al 9. La tasca distractora consistia a valorar d'1 a 3, durant la presentació de la paraula, el grau de simetria entre els dos dígit, és a dir, el que hi havia en la part superior de la paraula en relació amb el que se situava en la part inferior. Així, la paraula es convertia en un «eix de simetria». L'1 indicava una simetria nul·la; el 2, una simetria mitjana, i el 3, una simetria completa. En aquest sentit, s'esperava, per exemple, que un 6 i un 9 obtingueren una valoració de 3; que un 5 i un 2 obtingueren una valoració de 2, i que un 7 i un 0 obtingueren la valoració d'1. Però la idea no era valorar correctament o no la simetria, sinó establir una tasca distractora que potenciaria l'obtenció de components més relacionats amb una activitat menys conscient.

A més, dins de la condició, es canviava aleatòriament l'ordre de les paraules a fi d'equilibrar experimentalment els possibles efectes de primàcia i de recència de la llista en memòria.

Per a la recuperació es van barrejar les 20 paraules ja visualitzades amb altres 20 de noves, de manera aleatòria i sense els esmentats dígit. Després es van presentar en el monitor i es va demanar al participant que responguera. La forma de les respostes es va ajustar al paradigma de la TDS mitjançant respostes «SÍ-NO» més escala d'estimació. Les respostes SÍ corresponien a la tecla número 1 del teclat de l'ordinador i les respostes NO, a la tecla número 2, com s'ha dit anteriorment. Paral·lelament s'enregistrava l'activitat cerebral per mitjà dels PRE. Atès que és una resposta de reconeixement esperem que la degradació de la resposta siga deguda a la codificació diferencial basada en la forma de presentació dels estímuls (en aquesta condició no hi ha instruccions) i no a la forma de recuperació que es realitza mitjançant reconeixement de paraules.

Amb la condició de memòria explícita es va actuar de la mateixa manera indicada, llevat que les paraules es van presentar sense flanquejar. També es van posar exemples pràctics fins que el participant va comprendre la tasca. A més, en aquesta condició s'informava el participant que es tractava d'una prova de memòria de reconeixement en la qual se li presentarien 20 paraules que havia de memoritzar perquè després, en una prova posterior, hauria de reconèixer-les quan aparegueren barrejades al 50% amb altres paraules noves. Les condicions de la memòria van ser igualades per a cada participant.

Cada paraula es mostrava en pantalla durant 500 ms. L'interval entre la presentació de la llista inicial i la llista de reconeixement va ser d'un minut

aproximadament (Pelegrina i Tejeiro, 2006), que és el que s'aplica habitualment en memòria de reconeixement. Durant tot aquest treball el subjecte va portar un casquet amb els elèctrodes de l'equip de potencials evocats, la qual cosa ens va permetre obtenir els registres electrofisiològics de totes les respostes.

La recollida de dades es va dur a terme mitjançant un seguit de visites realitzades a cada una de les organitzacions estudiades, en les quals tingué lloc una entrevista amb el gerent o, si no n'hi havia, amb el comandament intermedi de l'organització.

Anàlisi estadística

S'aporten les dades que hem considerat més rellevants per als objectius específics i les hipòtesis del treball. Es va realitzar una anàlisi de la variància (ANOVA) per a elèctrodes, posició (frontals, centrals, parietals i occipitals) i tipus de memòria. També es va realitzar una altra ANOVA més específica per a les variables de latència i amplitud de resposta de l'elèctrode Cz amb els temps de latència i l'amplitud dels components N200, P300 i N400. Les variables independents van ser la memòria amb atenció dividida i la memòria explícita, i les variables dependents van ser els encerts i les falses alarmes, així com els registres dels PRE. També s'aporta la *gran average* del N200 per a tots els elèctrodes i les posicions i per a ambdues condicions experimentals.

Resultats

Una anàlisi global mitjançant ANOVA va mostrar diferències estadísticament significatives entre posició (o lloc), elèctrodes i tipus de memòria en els elèctrodes frontals, centrals, parietals i occipitals ($F(1,46) = 637, p \leq 0,001$). En l'ANOVA corresponent al N400 va resultar significativa la intersecció de la latència ($F(1,62) = 798, p \leq 0,001$) i de l'amplitud ($F(1,62) = 146, p \leq 0,001$). En l'ANOVA corresponent al P300 va resultar significativa la intersecció de la latència ($F(1,62) = 714, p \leq 0,001$) i de l'amplitud ($F(1,62) = 121, p \leq 0,001$), així com la interacció entre memòria i forma de resposta (encerts i falses alarmes) ($F(1,62) = 6,8, p \leq 0,01$). L'amplitud del N200 en ambdues condicions experimentals va ser significativa: $F(1,62) = 9,1, p = 0,013$, així com la interacció entre memòria i forma de resposta (encerts i falses alarmes): $F(1,62) = 13, p = 0,002$. A més, en atenció dividida s'ha obtingut una mitjana de temps de latència menor (422 ms) que en memòria explícita (447 ms), però hem d'assenyalar que el temps de latència no s'ha mostrat significatiu per a ambdues condicions en cap cas, potser perquè el nombre de participants no va ser elevat. En efecte, un N alt amb les diferències esmentades podria tenir significació.

En la taula 1 es representen les mitjanes acumulades en proporcions per als encerts i les falses alarmes en cada condició experimental. A més, en la figura 1 es representen les corresponents corbes z-ROC referides a la taula 1 que mostren tendències diferents i contínues per als dos tipus de memòria, sense presència de llindars de resposta.

TAULA 1

A. Condició explícita	
Estímuls	Respostes
Escales d'estimació	1 → 2 → 3 → 4 → 5
Senyal → 0,05 → 0,16	Proporció acumulada d'encerts → 0,27 → 0,71 → 1
Soroll → 0,04 → 0,11	Proporció acumulada de falses alarmes → 0,25 → 0,58 → 1
B. Condició amb atenció dividida	
Estímuls	Respostes
Escales d'estimació	1 → 2 → 3 → 4 → 5
Senyal → 0,04 → 0,17	Proporció acumulada d'encerts → 0,23 → 0,74 → 1
Soroll → 0,06 → 0,19	Proporció acumulada de falses alarmes → 0,42 → 0,70 → 1

D'altra banda, la *grand average* (figures 2 i 3) realitzada sobre 4 dels 8 participants va indicar que la condició experimental amb atenció dividida dels encerts produeix una major amplitud d'ona en els elèctrodes frontals. De la mateixa manera, es va produir una major amplitud en la condició esmentada de les falses alarmes en els elèctrodes frontals, centrals i parietals corresponents (figura 3). Per contra, en els 3 elèctrodes occipitals corresponents a les falses alarmes s'observa major amplitud d'ona en la memòria explícita que en la condició d'atenció dividida. En general, en tots els llocs i elèctrodes es dona un cert paral·lelisme i continuïtat en oposició a diversificació observable en les respostes, resultat que s'evidencia en la taula 1 i en les corbes z-ROC (figura 1).

FIGURA 1

Representació de la memòria explícita i de la memòria amb atenció dividida

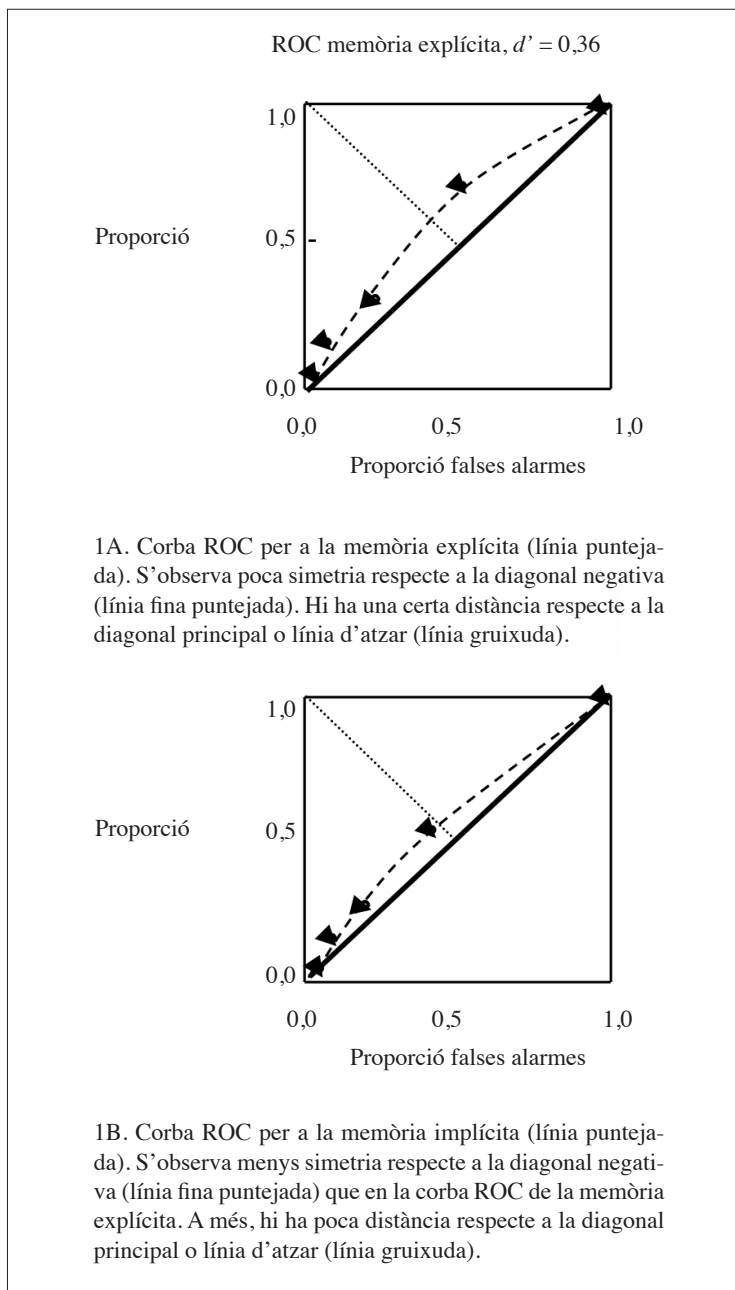
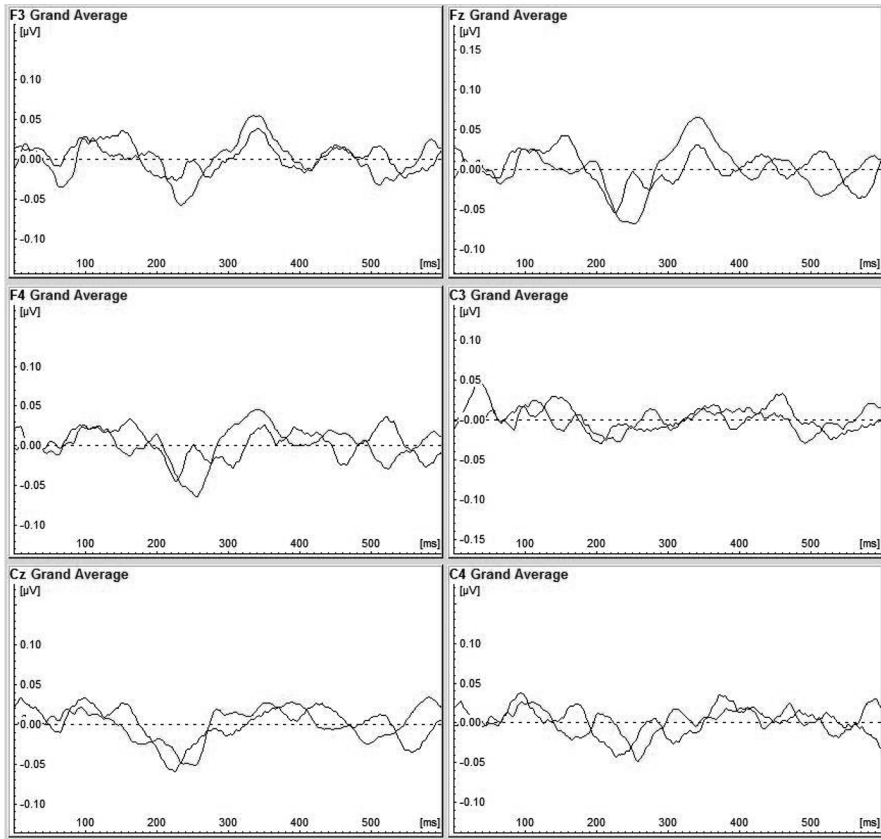


FIGURA 2

*Registre de memòria amb atenció dividida (en roig) i explícita (en negre)
per als encerts (positius vertaders) obtingut sobre 4 dels 8 participants*



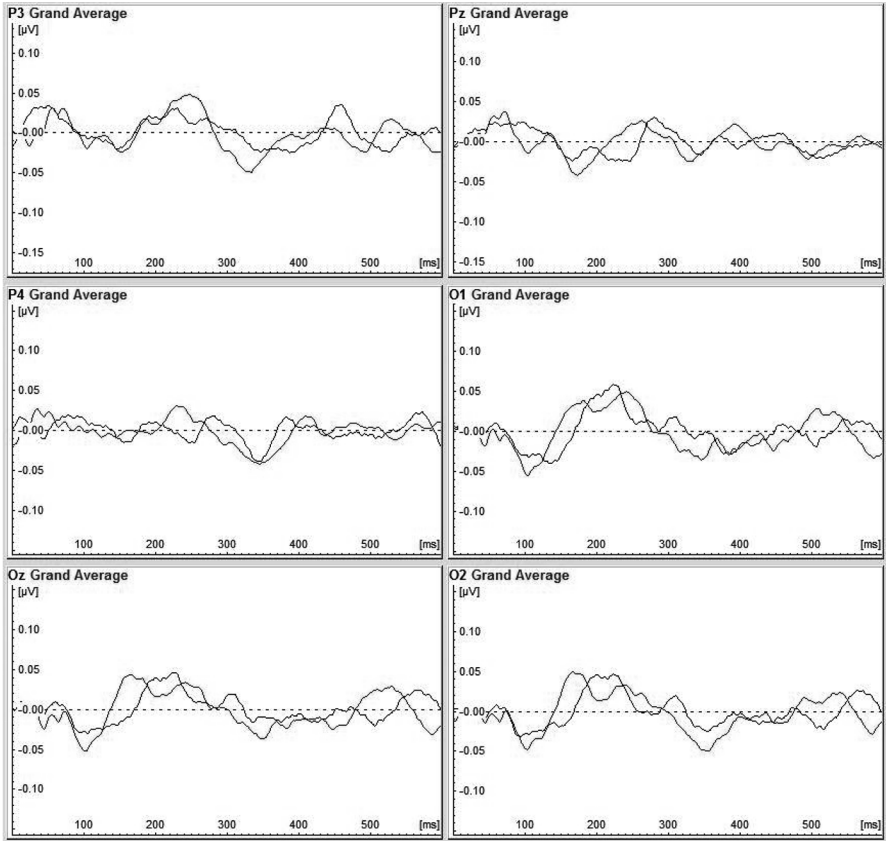
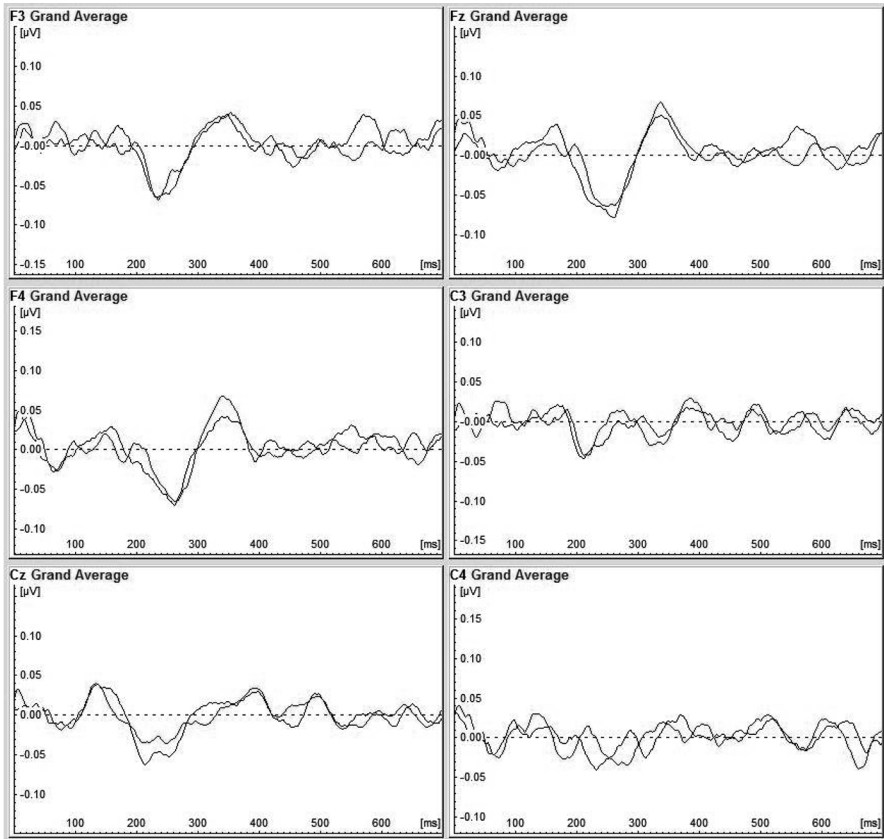
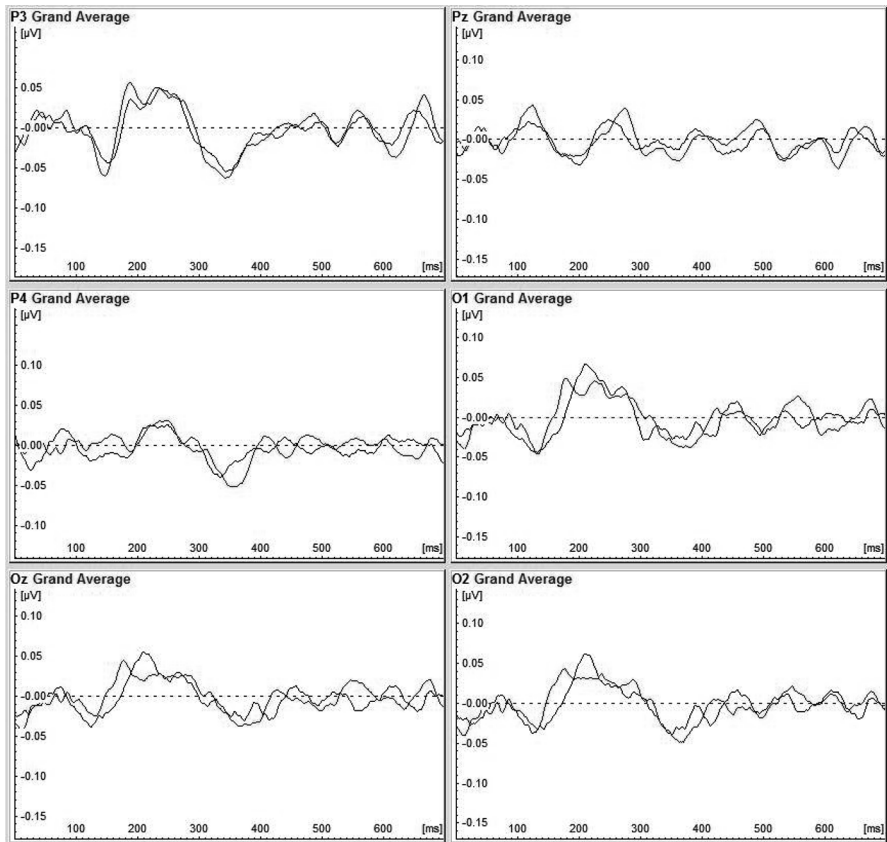


FIGURA 3

*Registre de memòria amb atenció dividida (en roig) i explícita (en negre)
per a les falses alarmes (positius falsos) obtingut sobre 4 dels 8 participants*





Discussió

Els resultats ens permeten aconseguir el primer objectiu i acceptar la primera hipòtesi, la qual cosa indica que estem davant de dues formes diferenciades de la memòria. També complim el segon objectiu i acceptem la hipòtesi corresponent que fa referència als diferents components d'ambdues memòries. El tercer objectiu no comporta una hipòtesi explícita, però es compleix en la mesura que hem controlat el temps de presentació.

Els resultats ens permeten acceptar les nostres hipòtesis de partida sobre diversificació i continuïtat dels components explícits i menys explícits (atenció dividida). Amb la diversificació ens referim al fet que les dades obtingudes reflecteixen una dicotomia estadísticament significativa entre ambdues memòries, però al seu torn, atès que hem utilitzat una escala d'estimació d'1 a 5, els resultats

que s'obtenen consisteixen en un conjunt de respostes acumulades sobre la memòria (paradigma propi de la TDS). Aquestes dades representades en les corbes ROC no produeixen llinars de resposta (Pelegrina et al., 2011). Però a més, observem els registres continus per elèctrode i lloc dels potencials evocats, que són diferents estadísticament parlant, però que són continus per naturalesa: són ones.

Aquestes dades concorden amb altres investigacions i mitjançant altres variables relativament comparables. Així, s'han obtingut resultats similars per mitjà de la investigació en els PRE induïts per diferents errors de resposta (Arbel i Donchin, 2011a). Aquests resultats indiquen que l'amplitud dels errors afectats per la negativitat no va ser un producte «pur» de l'error entre respostes, sinó el resultat d'algun conflicte causat per la similitud entre els estímuls.

Altres autors informen que el temps de latència disminueix amb l'increment de l'error (Arbel i Donchin, 2009, 2011b), igual que ha ocorregut amb les nostres dades. A més, aquest temps de latència era menor en memòria amb l'atenció dividida que en memòria explícita, d'acord amb altres investigacions (Osorio, 2009). No obstant això, atès que les nostres dades no són purament implícites hauríem de revisar-les en treballs futurs. En qualsevol cas, sí que podem acceptar que la condició amb atenció dividida ofereix resultats similars i paral·lels a allò que aquests autors defineixen com a memòria implícita (Osorio, 2009).

D'altra banda, des de la TDS s'han realitzat investigacions per a precisar millor l'anàlisi de dades procedents dels PRE, relacionant formes específiques d'estímuls amb formes específiques de resposta. En aquest sentit s'ha obtingut que l'amplitud de la resposta és més gran per a les falses alarmes que per als encerts (amb el P300 i mitjançant el canal Pz), però les diferències augmenten si s'augmenta el contrast del senyal (Pelegrina et al., 2011).

A més, també s'han obtingut amplituds majors per a les falses alarmes que per als encerts en la modalitat de detecció auditiva mitjançant el P300 i el canal Cz [16]. Açò ens suggereix la necessitat d'utilitzar les falses alarmes (o positius falsos) en el tractament de la memòria, treballant de forma pràctica, per a obtenir la mesura en què cada pacient té problemes de falses alarmes en relació amb el maneig de la informació.

Els resultats d'aquesta investigació, en un context de components més implícits (o menys explícits) i explícits de la memòria, ens suggereixen (fins on arribem a veure) que els errors de resposta consumeixen més energia, en aquest tipus de dissenys, que les respostes correctes, i que l'amplitud de l'ona és major com més evident és l'error (vegeu el registre de l'elèctrode Cz) (Ruchkin et al., 1980; Squires et al., 1975).

Segons açò anterior, en les nostres dades sobre suposats components de naturalesa més implícita (en què l'error és més evident), hauríem obtingut diferències menors en l'amplitud en comparar els encerts i les falses alarmes perquè ambdues consumirien major quantitat d'energia en la resposta, mentre

que en memòria explícita la diferència d'amplitud seria major entre ambdues respostes (encerts i falses alarmes) perquè els encerts consumirien poca energia relativa en relació amb les falses alarmes. S'observa un cas especial en els tres elèctrodes occipitals en què la tendència s'inverteix i s'obté major amplitud en la memòria explícita. Açò podria deure's al fet que els estímuls són visuals i aquesta és la zona cortical visual. És possible que en aquest cas es presente amb més energia la informació visual explícita pròpia de l'estímul semàntic amb un significat més evident.

És interessant assenyalar que les dades generals obtingudes fins ara suggereixen amplituds altes en les falses alarmes, però aquesta dada es coneix des de ja fa temps (Manzanero, 2007). Tot i així, és necessari seguir investigant en aquest sentit per a determinar possibles variables de confusió respecte al tipus d'ítems utilitzats en les proves i als processos de resposta.

Efectivament, els resultats globals dels experiments que s'han revisat fins ara són parcialment coherents amb un model de processament que depèn de la tasca. Açò s'observa en investigacions diferents (vegeu-ne un exemple: Pratte, Rouder i Morey, 2010). Així, en altres estudis s'ha informat que el temps de latència de la resposta estaria relacionat amb l'eficiència personal en la tasca (Amador, Pelegrina i Mayor, 2006), de manera que els seropositius per VIH-1 són més lents que els no infectats. Integrant els resultats anteriors i comparant-los podem assumir que a menor temps de processament i més dificultats personals (urgència de la resposta o poc temps d'exposició de l'estímul) es donaran més falses alarmes i un nivell major de les amplituds dels components dels PRE. Aquesta manera de procedir s'acostaria al que en aquest treball denominem processos implícits (o menys explícits) de la memòria.

Una altra possible explicació consistiria a dir que la diversificació de les dades seria major en la condició experimental de l'atenció dividida (quan diversifiquem l'atenció) que en memòria explícita (Brained, Brained, Reyna i Mojardin, 1999; Reyna i Lloid, 1997). La raó substantiva per a açò pot ser un creixement dels distractors semàntics associats (Reyna i Lloid, 1997).

A més de la necessitat d'aprofundir en els resultats anteriors, una altra línia futura d'investigació es refereix al fet que les diferències entre components de la memòria poden tenir correlats amb variables de personalitat. Com a exemple cal citar els resultats obtinguts per Fernández-Rey et al. (2002) en proves de memòria i l'associació d'aquests resultats a la vulnerabilitat cognitiva en un cert tipus de depressió. En qualsevol cas hem d'indicar que hauríem d'estar especialment atents als processos automàtics que influeixen en les malalties mentals a fi de controlar les variables i categories associades.

Altres treballs posteriors es podrien referir a la diversificació en memòria per mitjà dels estímuls utilitzats (tipus de paraules), que ací solament s'han controlat sense crear condicions diferenciades entre ells. És obvi que els pos-

sibles estímuls que s'utilitzen en el futur poden ajudar a comprendre millor els components de la memòria tractats en aquest treball.

Finalment, pel que fa al N200, convé aclarir que el registre de la condició d'atenció dividida s'obté abans, entre 200 i 300 ms, mentre que el registre de la memòria explícita s'obté després, al voltant dels 400 ms. Açò concorda amb la nostra segona hipòtesi i amb el tercer objectiu d'aquest treball, d'acord amb Osorio (2009). Amb tot, caldria obtenir més resultats sobre els temps de latència entorn del N200. Això ens permetria determinar si el N200 podria representar algun tipus de llindar (entre l'implícit i l'explícit) en aquest cas que corresponguera al pas dels components implícits, automàtics o no conscients de la memòria als explícits i conscients. Açò podria ser objecte d'estudis posteriors.

D'acord amb tot el que s'ha dit, i assumint el principi que el dèficit funcional antecedeix l'estructural, aquests resultats es mostren rellevants per a prevenir el deteriorament cognitiu en relació amb l'edat (Osorio, 2009), en malalties d'Alzheimer i vasculars (Manzanero, 2007), en infeccions del virus VIH-1 (Amador et al., 2006), enfront de problemes de tipus emocional (depressió i processament implícit) (Fernández-Rey et al., 2002), sense deixar de considerar altres variables relacionades amb la neuroplasticitat (Machado et al., 2008), així com quant a la neuroanatomia funcional i les seues possibles línies de treball en relació amb les tasques procedimentals i el processament menys conscient o més implícit (Correa, 2007).

A més a més, el desenvolupament d'aquests models té efectes importants en el tractament clínic dels problemes de la memòria perquè permet versatilitat en la creació de materials clínics i tasques. Tot dependria de la manipulació de la tasca, el temps de processament i el tipus d'estímul, respecte al continu establert entre aquesta dualitat, sense excloure l'ampli camp de les diferències individuals i les variables del context social, entre les quals cal destacar la xarxa de suport social i institucional i el cuidador, entre d'altres possibles.

En definitiva, el control dels problemes de la memòria, una vegada realitzada una avaluació adequada que incorpore tots els mitjans al nostre abast, dependrà de la preparació, la capacitat i la voluntat del cuidador, i de la institució, per a generar mitjans que afavorisquen un bon ambient, i una bona organització, d'acord amb les necessitats de processament del pacient i de les seues variables de personalitat (vegeu, per exemple, Olazarán-Rodríguez, Agüera-Ortiz i Muñiz-Schworchert, 2012).

Finalment, aquesta investigació té dues limitacions. La primera es refereix al fet que a pesar que hàgem trobat diferències pel que fa al lloc de processament, els potencials evocats no representen una tècnica sòlida per a detectar-ne el lloc (encara que sí el temps de processament). La segona limitació es refereix a la definició i operacionalització dels processos implícits de la memòria de manera experimental. En efecte, en les referències citades i en molts altres tre-

balls (vegeu, a més, Pelegrina, García i García, 2002/2003) s'observen maneres diverses de definir la memòria operacionalment. Així, quan es tracta de produir efectes no conscients, automàtics o implícits s'indueixen tasques per a «bloquejar» o bé «estimular» relativament la memòria conscient o explícita. Hi ha múltiples tasques paral·leles a la memòria explícita per a aconseguir aquest bloqueig: comptar mentalment cap arrere a partir d'un número determinat mentre es «memoritza»; realitzar tasques de compleció de paraules o frases; flanquejar estímuls diana amb distractors, etc. Amb tot, encara no sabem prou sobre aquestes manipulacions experimentals i el constructe «memòria implícita».

Finalment, entenem que és una tasca fonamental per a la ciència continuar avançant en procediments que precisen millor les mesures que s'han obtingut ací, considerant els processos més o menys conscients de la memòria i tenint en compte la seua dimensió aplicada a l'aprenentatge i a la clínica. Així doncs, acabem insistint especialment en la necessitat d'estudiar els processos que són relativament menys conscients de la memòria.

Referències

- Alameda, J. R., i Cuetos, F. (1995). *Diccionario de frecuencias de las unidades lingüísticas del castellano*. Universidad de Oviedo: Oviedo.
- Amador, F., Pelegrina, M., i Mayor, J. (2006). Enlentecimiento cognitivo en el trastorno cognitivo-motor asociado al virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1: TR y P300. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 354, 221-228.
- Arbel, Y., i Donchin, E. (2009). Parsing the componential structure of post error ERPs: A principal component analysis of ERPs following errors. *Psychophysiology*, 46, 1179-1189.
- Arbel, Y., i Donchin, E. (2011a). How large the sin? A study of the event related potentials elicited by errors of varying magnitude. *Psychophysiology*, 48(12), 1611-1620.
- Arbel, Y., i Donchin, E. (2011b). When a child errs: The ERN and the Pe complex in children. *Psychophysiology*, 48, 55-63.
- Ballesteros, S., Reales, J. M., i Manga, D. (1999). Memoria implícita y explícita intramodal e intermodal: Influencia de las modalidades elegidas y del tiempo de estudio. *Psicothema*, 11(4), 831-851.
- Boldini, A., Russo, R., i Avons, E. (2004). One process is not enough! A speed-accuracy. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(2), 353-361.
- Brained, B., Brained, C. J., Reyna, V. F., i Mojardin, A. H. (1999). Conjoint recognition. *Indian Psychological Review*, 160-179.
- Correa, M. (2007). Neuroanatomía funcional de los aprendizajes implícitos: asociativos, motores y de hábito. *Revista de Neurología*, 44, 234-242.

- Craik, F. I. M., i Jennings, J. M. (1992). Human memory. En F. I. M. Craik i T. A. Salthouse (eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 51-110). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dalla Barba, G., Rieu. (2001). Differential effects of aging and age-related neurological diseases on memory systems and subsystems. En F. Boller i S. F. Cappa (eds.), *Handbook of Neuropsychology* (pp. 97-118). Amsterdam: Elsevier Science.
- Fernández-Rey, J., i Merino, H. (2002). Sesgos de la memoria implícita para información emocional en la depresión subclínica. *Psicothema*, 14(4), 795-801.
- Gramunt, N. (2008). *Normalización y validación de un test de memoria en envejecimiento normal, deterioro cognitivo leve y enfermedad de Alzheimer*. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Ramón Llull.
- Hirst, W. (1989). On consciousness, recall, recognition, and the architecture of memory. En S. Lwandowsky, J. C. Dunn i K. Kirsner (eds.), *Implicit memory. Theoretical issues*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Juillard A, i Chang-Rodriguez, E. (1964). *Frequency dictionary of Spanish words*. La Haya: Mouton and Co.
- Machado, S., Portella, C. E., Silva, J. G., Velasques, B., Bastos, V. H., Cunha, M., Basile, L., Cagy, M., Piedade, R. A., i Ribeiro, P. (2008). Aprendizaje y memoria implícita: mecanismos y neuroplasticidad. *Revista de Neurología*, 48(9), 543-549.
- Manzanero, A. L. (2006). Procesos automáticos y controlados de memoria: Modelo asociativo (HAM) vs. sistema de procesamiento general abstracto. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 59(3), 373-412.
- Manzanero, A. L. (2007). Déficit en memoria implícita y explícita en demencias tipo Alzheimer y vasculares. *Revista Mapfre Medicina*, 18(Supl. 1), 34-38.
- Münste, T., Wieringa, B., Weyerts, H., Szentkuti, A., Matzke, M., i Johannes, S. (2001). Differences in brain potentials to open and closed class words: class and frequency effects. *Neuropsychologia*, 1(39), 91-102.
- Olazarán-Rodríguez, J., Agüera-Ortiz, L. F., i Muñoz-Schwochert, R. (2012). Síntomas psicológicos y conductuales de la demencia: prevención, diagnóstico y tratamiento. *Revista de Neurología*, 55, 598-608.
- Osorio, A. (2009). *Memorias implícita y explícita. Disociaciones conductuales y eletrofisiológicas en jóvenes y mayores con alto nivel educativo*. Tesis doctoral no publicada. UNED: Madrid.
- Pelegrina, M., Emberley, E., Wallace, A., i Marín, R. (2011). Análisis ROC y z-ROC en memoria de reconocimiento: modelos continuos, de umbral y asimétricos. *Psicothema*, 23(4), 845-850.
- Pelegrina, M., García, P., i García, M. (2002/2003). Les condicions d'associació entre els components implícits i explícits de la memòria: Aspectes metodològics. *Anuari de Psicologia*, 65-80.

- Pelegrina, M., i Tejeiro, R. (2006). Parámetros ROC y z-ROC en memoria de palabras: efectos experimentales y preexperimentales. *Psicothema*, 18(1), 160-164.
- Pelegrina, J., Mayor, J. A., Adrián, J. C., Cuevas, D., i López, P. (2006). *Curvas ROC y z-ROC en memoria de palabras: Efectos del Tiempo de presentación*. En Sexto Congreso de la SEPEX. Santiago de Compostela, septiembre 2006.
- Pratte, M. S., Rouder, J. N., i Morey, R. D. (2010). Separating Mnemonic Process from Participant and Item Effects in the Assessment of ROC Asymmetries. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 224-232.
- Reyna, V. F., i Lloid, F. (1997). Theories of false memory in children and adults. *Learning Individual Differences*, 9, 475-543.
- Ruchkin, D. S., Sutton, S., Kiezman, M. L., i Silver, K. (1980). Slow wave and P300 in signal detection. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 50, 37-47.
- Schacter, D. L. (1987). Implicit memory: history and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 501-518.
- Schneider, W., Eschman, A., i Zuccolotto, A. (2002). *Prime user's guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools, Inc.
- Squires, K. C., Squires, N. K., i Hillyard, S. A. (1975). Decision related cortical potentials during an auditory signal detection task: with cued observation interval. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1(3), 269-279.
- Trujillo-Orrego, N. (2011). El N200: una señal electrofisiológica asociada con el control inhibitorio como candidato a endofenotipo del trastorno por déficit de atención/hiperactividad familiar. Revisión. *Revista de Neurología*, 53, 35-43.
- Wild, H. A. (2006). *Applying Signal Detection Theory to Evoked Response Potentials for Understanding Mechanisms of Bias and Sensitivity in Face Detection Tasks*. Thesis doctoral (Thesis Ph.D.). Indiana University, Dept. of Psychological and Brain Sciences.
- Wixted, J. T. (2007). Dual-process theory and signal-detection theory of recognition memory. *Psychological Review*, 114(1), 152-176.
- Yonelinas, A. P. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, 46, 441-517.
- Yonelinas, A. P. (1994). Receiver-operating characteristics in recognition memory: Evidence for dual-process model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(6), 1341-1354.
- Yonelinas, A. P., i Parks, C. M. (2007). Receiver operating characteristics in recognition memory: A review. *Psychological Bulletin*, 133(5), 800-832.