

**LA MEMÒRIA DE TREBALL EN L'ADULTESA: UN  
ESTUDI EVOLUTIU TRANSVERSAL**

**WORKING MEMORY AND ADULTHOOD: A  
COMPARATIVE CROSS-SECTIONAL STUDY**

Treball Final de Grau de Psicologia

Marc Aguilar Bagaria

Curs 2018/2019

Tutora: Maria Teresa Segués

Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya

Vic, 17 de Maig del 2019

La memòria de treball en l'adultesa: un estudi evolutiu transversal.

Marc Aguilar Bagaria | UVIC

*Recorda que un avió de paper*

*té més d'avió que de paper.*

(Anònim, n.d.)

La memòria de treball en l'adultesa: un estudi evolutiu transversal.

Marc Aguilar Bagaria | UVIC

## **Agraïments**

Amb aquestes paraules vull fer explícit el meu agraïment a les persones que regalen el seu temps per ajudar a assolir les metes acadèmiques dels estudiants, com ha estat en el meu cas, i aquelles que contribueixen en l'avenç de la recerca científica.

Nogensmenys, agrair a la meva tutora que no tant sols m'ha fet de guia en aquest llarg camí, sinó que ha estat capaç d'encomanar-me l'interès i la il·lusió per l'estudi de la memòria i altres processos cognitius.

Agrair, a la distància a James M. Stone i Jhon N. Towse, per posar a l'abast, de forma gratuïta i flexible, material molt útil per la mesura de la memòria de treball, amb la finalitat d'incrementar i facilitar la recerca on la memòria de treball hi està implicada.

Finalment, als professors, familiars, amics i coneguts, que m'han ajudat a ser qui soc i a estar on agraïdament estic. A tots ells, gràcies.

La memòria de treball en l'adultesa: un estudi evolutiu transversal.

Marc Aguilar Bagaria | UVIC

## **Resum**

Els estudis realitzats sobre el desenvolupament de la memòria de treball al llarg del cicle vital es centren en la infància, on hi ha un increment en el rendiment fins als 21 anys, i en la senectut, on es trobaria el major declivi, essent les variacions que es donen en l'edat adulta les menys estudiades. El present treball té com a objectiu identificar les diferències en les puntuacions de tasques de memòria de treball, verbal i visual, entre la població adulta. Mitjançant un disseny evolutiu transversal, s'ha estudiat la memòria de treball, entesa com el sistema encarregat de mantenir i manipular informació durant un període breu de temps (Baddeley, 1999), en 40 adults residents a Osona, entre 20 i 60 anys. La recollida de dades s'ha efectuat mitjançant les tasques complexes, que fan una demanda de processament d'informació al mateix temps que se n'ha de retenir d'altra, de forma intercalada. Els resultats mostren un rendiment de la memòria de treball visual significativament per sobre de la memòria de treball verbal entre els 20 i 30 anys, seguit d'una davallada i equiparació en el rendiment de la memòria de treball visual i verbal entre els 30 i 40 anys. Durant els 40 i 50 anys, el rendiment en la memòria de treball verbal es mantindria estable mentre que el rendiment en la memòria de treball visual disminuiria. Entre els 50 i 60 anys, ambdós tipologies disminuirien considerablement, obtenint resultats pràcticament nuls. La present recerca serveix com estudi previ a futures línies de treball, on el disseny i implementació de programes per alentar el declivi de la memòria i altres processos cognitius bàsics s'estableixin com objectius.

**Paraules clau:** Neurociència Cognitiva, Desenvolupament, Adultesa, Bucle Fonològic, Agenda Visoespacial.

## **Abstract**

Research done into the lifespan development of working memory focuses on childhood, where an increase of the efficiency is found up to 21 years old and on old age, where the memory loss is greatest. In comparison, few studies are focused on adults. This work aims to identify the differences among the adults in scores of visual and verbal working memory tasks. The working memory, defined as the system responsible for maintaining and processing information for a brief period of time (Baddeley, 1999), has been studied in 40 adults from Osona, ages between 20 and 60 years old, with a cross-sectional design. The data collection has been done through complex tasks, which require processing one piece of information while maintaining another. The results show higher performance of visual working memory than verbal working memory among 20 to 30-year-olds, while the scores decline and become more equal among 30 to 40-year-olds. Among 40 to 50-year-olds, the verbal working memory performance is maintained while the visual working memory performance shows a decline. Finally, among 50 and 60-year-olds both visual and verbal have a notable decline. This dissertation may provide useful information for any future researches that aims to design and implement programs for reducing memory deterioration and other basic cognitive processes.

**Key words:** Cognitive Neuroscience, Development, Adulthood, Phonological Loop, Visuospatial Sketchpad.



La memòria de treball en l'adultesa: un estudi evolutiu transversal.

Marc Aguilar Bagaria | UVIC

## Índex

Introducció.....	12
FOMENTACIÓ TEÒRICA.....	14
1. Memòria.....	15
1.1 Model Modal d'Atkinson i Shiffrin .....	16
1.2 Model dels Nivells de Processament de Craik i Lockhart .....	20
1.3 Memòria de treball .....	21
2. Model Multicomponent de Baddeley i Hitch .....	22
2.1 Executiu central.....	23
2.2 Bucle fonològic .....	25
2.3 Agenda visoespacial.....	26
2.4 Buffer episòdic .....	27
3. Memòria de treball al llarg del cicle vital .....	29
3.1 Nivell anatòmic .....	29
3.2 Nivell funcional.....	31
PART PRÀCTICA .....	33
4 Enfocament metodològic .....	34
4.1 Objectius i hipòtesis directrius .....	34
4.2 Mostra.....	35
4.3 Disseny de la investigació .....	37
4.4 Instruments, material i procediment en la recollida de dades .....	38
4.4.1 Estudi pilot inicial .....	42
4.5 Procediment per a l'anàlisi de dades .....	44
4.6 Aspectes ètics de la recerca.....	45

5	Resultats.....	46
5.1	Edat i puntuacions obtingudes.....	46
5.2	Comparació de puntuacions de tasca verbal i tasca visual segons l'edat.....	48
5.3	Estudi relacional entre edat i puntuacions.....	49
5.4	Estudi relacional entre tipus d'activitat diària i puntuacions .....	50
6	Discussió i conclusions .....	51
7.	Referències bibliogràfiques .....	56
8.	Apèndix.....	60
A.	Adaptació de les instruccions de la tasca Operation Span.....	60
B.	Adaptació de les instruccions de la tasca Symmetry Span .....	63
C.	Informació obtinguda de l'aplicació per a la posterior anàlisi.....	65

La memòria de treball en l'adultesa: un estudi evolutiu transversal.

Marc Aguilar Bagaria | UVIC

## Introducció

L'objectiu general del present Treball Final de Grau (TFG) és el d'identificar diferències en la memòria de treball dins l'adultesa, en funció de l'edat.

El constructe “memòria de treball” (MT), és l'utilitzat per fer referència al sistema encarregat de mantenir i manipular informació durant un període breu de temps (Baddeley, 1999).

Els primers autors en utilitzar el concepte “memòria de treball” i crear una teoria respecte el sistema i el seu funcionament van ser Baddeley i Hitch l'any 1974, descripció posteriorment actualitzada per Baddeley l'any 2000. Aquesta teoria és utilitzada i majoritàriament acceptada en l'actualitat (Vila, 2011).

L'interès en el tema es remunta al primer curs de Psicologia en la Universitat de Vic, en l'assignatura de ‘Percepció Atenció i Memòria’, en el darrer bloc, on es va parlar del Model Multicomponent de Baddeley i Hitch esmentat anteriorment, però atès a altres continguts a tractar no es va especificar el desenvolupament de la memòria de treball i les diferències que poden haver-hi al llarg del cicle vital.

En un inici, la idea era realitzar una comparativa entre la memòria de treball en els infants amb la dels adults, però amb la primera revisió bibliogràfica, juntament amb la tutora del treball, es va veure que hi havia gran quantitat d'estudis que mostraven que en la infantesa el rendiment de la memòria de treball augmenta (Cowan, AuBuchon, Gilchrist, Ricker i Scott, 2011; Sánchez et al., 2009; Vuontela et al., 2003) i que en la senectut disminueix (Bopp i Verhaeghen, 2009; Cowan, Naveh-Benjamin, Kilb i Sauls, 2006; Federico, De Logu i Raffone, 2014; Robert, Borella, Fagot, Lecerf i De Ribaupierre, 2009), essent la primera adultesa, *younger adults* (dels 20 als 30 anys), l'edat on la memòria de treball era més elevada. Així doncs, la comparació entre les dues franges d'edat no despertava un gran interès degut a l'elevada producció científica al respecte.

Tanmateix, la revisió bibliogràfica realitzada va posar de manifest l'escassa producció científica sobre el desenvolupament de la MT en l'adultesa, dels 20 als 60 anys, i en quines edats es podien apreciar més diferències en el rendiment, en comparació a la resta

d'edats. A més, la poca bibliografia i instruments per mesurar la MT en llengües peninsulars en comparació a l'anglès, va originar la motivació del treball, amb l'objectiu de poder traçar una línia de desenvolupament en el rendiment de la memòria de treball dins de l'edat adulta, entre els 20 i els 60 anys.

La línia de desenvolupament comentada anteriorment ha estat realitzada mitjançant la comparació de puntuacions interindividuais i intergrupals, segons la franja d'edat dels participants. Les puntuacions han estat obtingudes a partir de dos instruments de mesura del rendiment de la MT, un amb informació visual i l'altre amb informació verbal. Els instruments han estat obtinguts de Stone i Towse (2015) i posteriorment adaptats per la recerca. Aquests instruments contenen les anomenades tasques complexes, les quals requereixen d'una banda la retenció temporal d'informació i d'una altra, ítems o informació per processar, recollint així les funcions que se li atribueixen a la memòria de treball (Baddeley, 1999).

L'estructura del treball es divideix en dos blocs. Primerament, s'exposa la fomentació teòrica, producte de la recerca bibliogràfica i utilitzada com a base i guia en la definició dels objectius i la realització del treball. Seguidament, es presenta la part pràctica, on s'especifica l'enfocament metodològic utilitzat en la recerca, a continuació s'exposen els resultats obtinguts en la recollida de dades i finalment, com a cloenda, es detalla la discussió i les conclusions obtingudes, juntament amb les aportacions i elements de millora identificats en la realització d'aquest treball final de grau.

## FOMENTACIÓ TEÒRICA

La fomentació teòrica és la base i guia del treball. Els temes tractats són els necessaris a l'hora de situar el concepte de memòria de treball i de delimitar els objectius del treball i les decisions preses a nivell metodològic per assolir-los. Aquesta fomentació es divideix en tres apartats. El primer apartat fa referència al concepte de memòria i algunes de les teories anteriors i precursors del naixement del concepte “memòria de treball”. El segon apartat, és l'explicació de la MT a partir del Model Multicomponent de Baddeley, model del qual es basa el treball. Com a darrer punt, es tracta el desenvolupament de la MT en el cicle vital des d'un nivell anatòmic i des d'un nivell funcional.

## 1. Memòria

La memòria és objecte d'estudi de la Psicologia Cognitiva, conjuntament amb altres processos psicològics bàsics com la percepció, l'atenció i el llenguatge. El seu estudi va guanyar força amb el naixement del Cognitivisme, com a paradigma Psicològic, en oposició al Conductisme, el qual no tenia en consideració la memòria pel fet de ésser un procés no observable i/o intern, no influent en la conducta.

Per tant, la major part i les més acceptades teories sobre la memòria giren al voltant de l'enfocament cognitiu del processament de la informació. Aquest enfocament ha tingut gran rellevància degut al símil entre les operacions que realitza l'encèfal amb les pròpies d'una computadora. Aquest enfocament explica la memòria a partir de tres operacions generals: l'entrada, l'emmagatzematge i la recuperació d'informació (Lahey, 2007).

Així doncs, a partir d'aquestes tres operacions i ajuntant varis models similars del funcionament de la memòria, l'any 1968 Atkinson i Shiffrin van presentar el Model Modal que pretenia explicar l'estructura i el funcionament de la memòria humana (Baddeley, Eysenck i Anderson, 2010).

Des de la neurociència cognitiva, el concepte actual de memòria és molt similar a l'anterior i es defineix la memòria com la informació que és codificada, emmagatzemada i posteriorment recuperada (Adrover-Roig, Muñoz, Sánchez-Cubillo i Miranda, 2014). Des d'aquesta perspectiva, s'identifiquen tres formes de memòria. La primera forma és la memòria immediata i memòria perceptiva, dividida en icònica (visual), ecoica (auditiu) i hàptica (tàctil), segons el canal perceptiu. La segona forma, és la memòria a curt termini i la memòria de treball. La tercera i darrera forma, és la memòria a llarg termini, dividida en memòria declarativa (recuperació conscient de la informació) i memòria no declarativa (recuperació inconscient de la informació: habilitats automatitzades). Dins de la memòria declarativa, hi ha els subsistemes de memòria de tipus episòdic (informació personal sobre l'espai-temps), relacionada amb l'hipocamp i el lòbul temporal medial, i la memòria de tipus semàntic (informació impersonal de fets i coneixements generals), relacionada amb el còrtex cerebral (Adrover-Roig et al., 2014).



## 1.1 Model Modal d'Atkinson i Shiffrin

El Model Modal o l'anomenada Teoria d'Etapes de Memòria, defensa que la necessitat d'emmagatzematge d'informació dins de la memòria en els éssers humans es divideix en tres etapes dividides en tres espais de temps diferents (Lahey, 2007).

Segons Atkinson i Shiffrin (1968), les tres etapes que componen la memòria són:

1. **Registre sensorial:** aquesta primera etapa seria l'encarregada de mantenir la imatge i/o informació de l'experiència sensorial d'un estímul de l'entorn, de forma exacte, fins que és processada (una imatge, un soroll, una olor, etc.). Dins d'aquesta primera etapa conservem l'experiència sensorial el temps suficient per localitzar i seleccionar els trossos rellevants de la informació percebuda i passar-los a la següent etapa de la memòria; memòria a curt termini (MCT).
2. **Memòria a curt termini (MCT):** aquesta segona etapa s'encarrega bàsicament d'emmagatzemar una quantitat d'informació  $(7\pm 2)$ <sup>1</sup> de forma temporal i, dins d'aquesta etapa, sense tanta rellevància segons els autors, trobaríem la memòria de treball (MT), encarregada de la segona funció de la MCT; utilitzar, manipular i actualitzar informació.
3. **Memòria a llarg termini (MLT):** emmagatzema informació per períodes de temps llargs i de forma il·limitada. Evoca la informació que és requerida a la MCT.

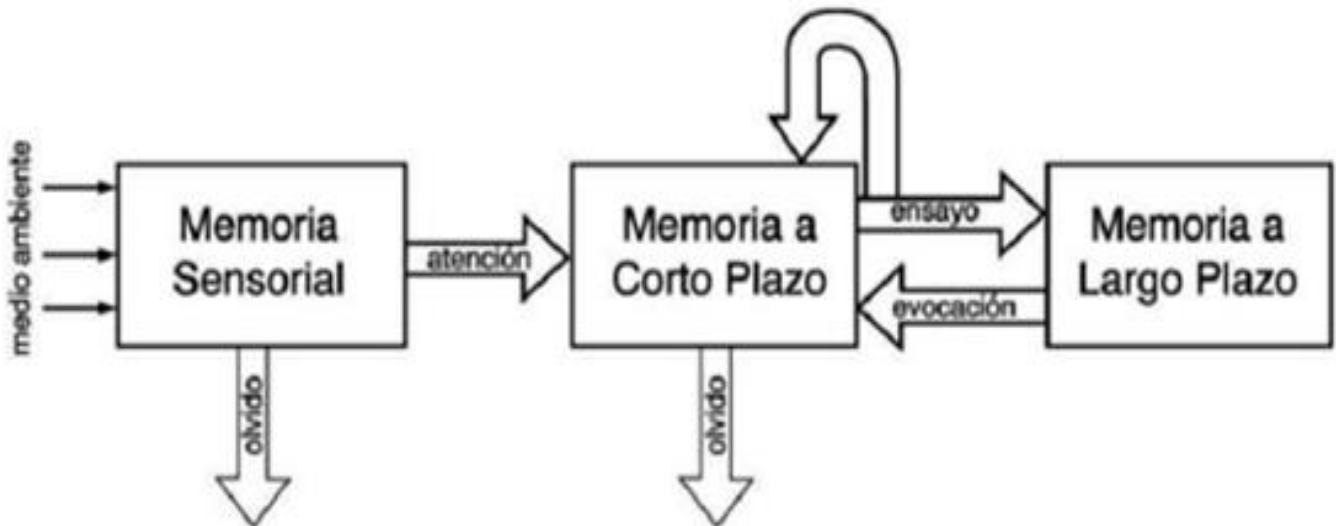
Segons el model hi ha bidireccionalitat entre la MCT i la MLT, essent així, mitjançant el repàs de la informació (assaig) dins de la MCT s'acaba transferint a la MLT i, de la MLT s'evoca la informació ja emmagatzemada a la MCT segons les demandes d'aquesta per resoldre una situació (vegeu Figura 1).

Aquest model és el primer que abandona la concepció de la memòria com a passiva (únicament retenció o emmagatzematge d'informació) per tal d'incorporar funcions

---

<sup>1</sup> $7\pm 2$ , l'any 1956 George Miller va postular que les persones tenien una capacitat de record de 7 ítems, amb una desviació de dos ítems, tant per baix com per dalt, és a dir, un mínim de record de 5 ítems i un màxim de 9 (Miyake i Shah, 1999).

actives, com la manipulació i actualització de la informació dins de la MCT (Lahey, 2007).



**Figura 1.** El Model Modal d'Atkinson & Shiffrin (1968). Extret de "Sustrato neuronal de la memoria de trabajo espacial", de Garralda, J.M i Fernandez, J., 2011, *eNeurobiologia*, 2, p.4. Consultat des de [https://www.researchgate.net/publication/237090221\\_Sustrato\\_neuronal\\_de\\_la\\_memoria\\_de\\_trabajo\\_espacial/figures](https://www.researchgate.net/publication/237090221_Sustrato_neuronal_de_la_memoria_de_trabajo_espacial/figures). Llicència CC BY-NC 3.0.

Segons els autors del model, a part de l'estructura de la memòria també es trobarien els processos de control propis del subjecte (vegeu Taula 1), que posa en joc depenent de les instruccions, les tasques a realitzar o les pròpies experiències. Aquests processos de control són utilitzats amb la finalitat de recordar alguna informació. Per cada magatzem de memòria hi haurien uns processos de control diferents (Vila, 2011):

- **Registre sensorial:** dins del registre sensorial, el procés de control que realitza el subjecte és el de centrar l'atenció a un estímul concret de tots els estímuls presents en l'entorn. Un cop seleccionat i analitzat l'estímul, es transfereix la informació que es necessita processar a la següent etapa.
- **MCT:** els processos de control que es donen a lloc en la MCT tenen a veure amb el control i la gestió de la informació entrant de la primera etapa. Aquests processos de control poden variar entre fer una recerca d'informació per completar la que tenim, mitjançant la recuperació d'informació en la darrera etapa (MLT) o en tornar a centrar l'atenció en l'estímul anterior (registre

sensorial). Un altre procés és el repàs de la informació, aquest augmenta el temps de retenció d'informació dins de la MCT a més d'incrementar el traspàs d'aquesta a la MLT, per una retenció més duradora.

- MLT: els processos de control dins d'aquesta darrera etapa es basen en l'emmagatzematge d'informació i en la posterior recerca de petjades de memòria. Un cop trobades les petjades, es realitza el procés de recuperació total de la informació i es traspasa a la MCT.

**Taula 1.** Processos de control del Model Modal d'Atkinson & Shiffrin (1968)

<b>MAGATZEM</b>	<b>PROCÉS DE CONTROL</b>
<b>Registre Sensorial</b>	<p><b>Selecció:</b> consisteix en seleccionar de tota la informació disponible, aquella que serà transferida al MCT pel seu processament posterior.</p> <p><b>Atenció:</b> és el procés on el subjecte decideix a quin tipus de registre sensorial a donar atenció en cada moment.</p>
<b>Magatzem A Curt Termini</b>	<p><b>Emmagatzematge:</b> s'ha de controlar i gestionar la informació entrant que s'emmagatzemarà.</p> <p><b>Cerca:</b> en ocasions s'ha de cercar informació per completar o afinar la que ja tenim.</p> <p><b>Recuperació:</b> són les estratègies emprades per accedir a una informació ja obtinguda, ja sigui del registre sensorial o de la MLT.</p> <p><b>Procés de repàs:</b> s'encarrega d'augmentar el temps de permanència de la informació que es troba al magatzem.</p>
<b>Magatzem A Llarg Termini</b>	<p><b>Emmagatzematge:</b> el record de la informació depèn en gran mesura de la qualitat de l'emmagatzematge.</p> <p><b>Cerca:</b> es basa en la cerca de les petjades deixades en la MLT per recuperar la informació. El procés de cerca és més eficient quan menys arbitrari sigui.</p> <p><b>Procés de recuperació:</b> el procés de recuperació pren una importància significativa quan es troben o estan només les petjades parcials, ja que es quan es necessiten els processos per recuperar tota la informació.</p>

*Nota.* Adaptat de "Memoria operativa, Inteligencia y Razonamiento: la necesidad de medidas contextualizadas del componente de memoria operativa a largo plazo", de J. Vila, 2011, p.16. Copyright 2011 de José Óscar Vila Chaves.

A partir d'aquest model, centrant-se sobretot en els aspectes més funcionals i conscients de la memòria (processos de control) i, deixant de banda l'estructura que pogués tenir, va sorgir el Model dels Nivells de Processament de Craik i Lockhart l'any 1972.

## 1.2 Model dels Nivells de Processament de Craik i Lockhart

Segons el Model dels Nivells de Processament de Craik i Lockhart, la retenció de la informació estaria estretament vinculada a la profunditat en què es processa un determinat estímul. Aquesta profunditat variaria en funció de l'atenció, el temps disponible per processar una quantitat d'informació, la quantitat d'informació presentada, la forma de la tasca, les estratègies mnemotècniques utilitzades i la compatibilitat amb les estructures analitzadores (sistemes per analitzar els estímuls, influenciats per l'experiència i el significat del material). Des d'aquest model, s'explica la retenció de la informació com a un processament continuat, a un nivell determinat, que facilitaria i allargaria l'accessibilitat a aquesta informació. Així, hi hauria dos nivells de processament de la informació (Fergus, Craik i Lockhart, 1980):

- Nivell superficial de processament: fa referència a la percepció de l'estímul sensorial. El temps dedicat no seria un factor determinant en el record de la informació. Es realitza un anàlisi de les característiques físiques de l'estímul, com ara les línies, el color, el soroll, etc.
- Nivell profund de processament: fa referència a l'anàlisi més profund de l'estímul, a l'aspecte semàntic d'aquest. En aquest, la memòria d'uns elements d'informació millora en correlació al temps total d'estudi: com major temps dedicat a la tasca major manteniment de la informació. Dins d'aquest processament es compara l'estímul amb altres informacions ja emmagatzemades (aprenentatges) i s'extreu el significat.

Depenent de la profunditat del processament hi haurà un nivell o un altre de retenció i recuperació de la informació, havent una correlació entre major profunditat de processament major manteniment d'aquesta. No obstant, el model va rebre crítiques, ja que estudis mostraven que amb major repàs superficial també es podien obtenir millors resultats de manteniment d'informació, juntament amb crítiques teoricometodològiques,

ja que no es podia operativitzar la profunditat del processament, sinó que simplement s'assignava el nivell de processament en relació al grau de recuperació d'una informació (Vila, 2011).

### 1.3 Memòria de treball

Com s'ha mencionat anteriorment en el Model Modal, la memòria de treball (MT) es trobaria vinculada amb la memòria a curt termini (MCT) i seria l'encarregada d'utilitzar, manipular i actualitzar informació mitjançant la integració de la informació nova que rebem des de l'entorn, a partir de la memòria sensorial, amb la informació que ja tenim dins de la MLT, és a dir, els coneixements previs.

La "memòria de treball" és un constructe teòric que s'utilitza en la Psicologia Cognitiva per fer referència al sistema o mecanisme encarregat de mantenir informació rellevant durant la realització d'una tasca cognitiva (Baddeley i Hitch, 1974; Daneman&Carpenter, 1980, citat per Miyake and Shah 1999).

El model més utilitzat per aquest tipus de memòria i en el que es basarà la recerca és el model Multicomponent de Baddeley i Hitch, publicat l'any 1974 i el qual ha estat actualitzat en diverses ocasions pels mateixos autors.

Des de la neurociència cognitiva, categoritzen la memòria de treball com una forma particular de memòria explícita, pel seu factor de consciència, però no s'englobaria dins de la memòria a llarg termini. No seria una simple memòria (rebuig de la passivitat), sinó que funciona a partir d'un sistema de control cognitiu i de processament executiu. Es defineix com aquella memòria encarregada del manteniment temporal i la manipulació d'informació recent percebuda o recuperada de la MLT. Per aquesta doble funcionalitat, hi ha moltes àrees cerebral implicades, essent les regions posteriors les encarregades del manteniment temporal d'informació i les regions anteriors les encarregades de la manipulació (Adrover-Roig et al., 2014).

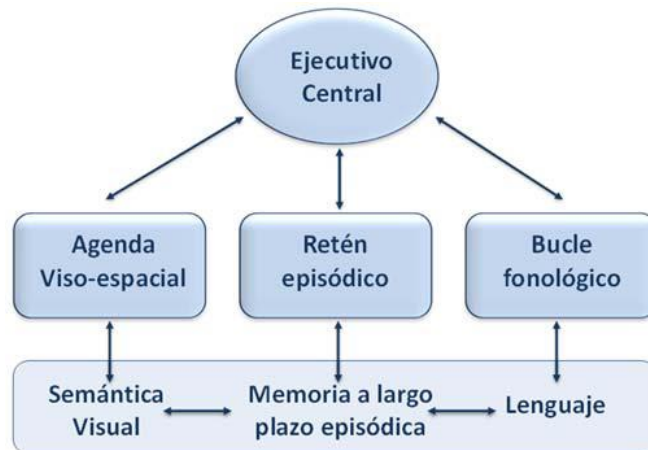
## 2. Model Multicomponent de Baddeley i Hitch

El model Multicomponent, a diferència del model Multimodal, separa la MT de la MCT, deixant de posar èmfasis en el breu emmagatzematge de la informació, per destacar el seu paper funcional en la realització d'activitats cognitives complexes i en el manteniment del pensament coherent i la capacitat del treball mental (Baddeley et al., 2010). Aquesta separació va ser plantejada com a crítica al Model Multimodal, on segons aquest, la MCT realitzava les funcions ja esmentades, d'emmagatzematge i processament i, per tant, davant de situacions on hi hagués molta informació a mantenir en la MCT al ser únicament una mono-estructura la MCT no tindria tanta capacitat pel processament.

Aquesta darrera idea va ser refutada mitjançant experiments de doble tasca, on es demanava el manteniment d'informació i el raonament (processament) com a segona tasca, resultant que no hi havia afectació en el raonament, per tant, no era possible que ambdós funcions depenguessin del mateix mecanisme (MCT). Baddeley i Hitch van concloure que ambdós funcions compartien recursos però que simultàniament eren independents i tenien estructures i mecanismes diferents (Pelegrina, Lechuga, Castellanos i Elosúa, 2016).

L'any 1974, a partir de les crítiques formulades al Model Modal d'Atkinson i Shiffrin, Baddeley i Hitch van proposar una nova conceptualització de la MCT, diferenciant-la de la memòria de treball. Van atorgar un paper actiu a la MT en la retenció de la informació i van deixar de banda la visió estructural del Model Modal per centrar-se en una visió més funcional: sistema que manté, emmagatzema informació i opera amb aquesta (López, 2011).

Segons el model, la memòria de treball estaria formada per diversos components, organitzats de forma jeràrquica. Aquests components són: l'executiu central i, subjacents a aquest, el bucle fonològic i l'agenda visoespacial, "esclaus" de l'emmagatzematge d'informació. L'any 2000, a partir del sorgiment de noves teories i, a partir de les crítiques al model original, Baddeley va incloure un quart element dins del model (vegeu Figura 2), el buffer episòdic, que faria de vincle amb la MLT (Pelegrina et al., 2016).



**Figura 2.** El Model Multicomponent de Baddeley (2000). Extret de “Memoria de Trabajo” de S., Pelegrina, M.T. Lechuga, M.C. Castellanos i M.R. Elosúa, 2016, *Mente y cerebro: de la Psicología experimental a la Neurociencia cognitiva*, p.203. Madrid: Alianza Editorial. Copyright 2016 de Alianza Editorial.

## 2.1 Executiu central

L'executiu central (EC) és el component més complex de la memòria de treball. És el component encarregat del focus d'atenció, l'emmagatzematge i la presa de decisions. Seria, segons Baddeley (2011), com una petita persona dins del cap, capaç de fer totes les coses intel·ligents que no estan a l'abast del bucle fonològic (BF) i l'agenda visoespacial (AV).

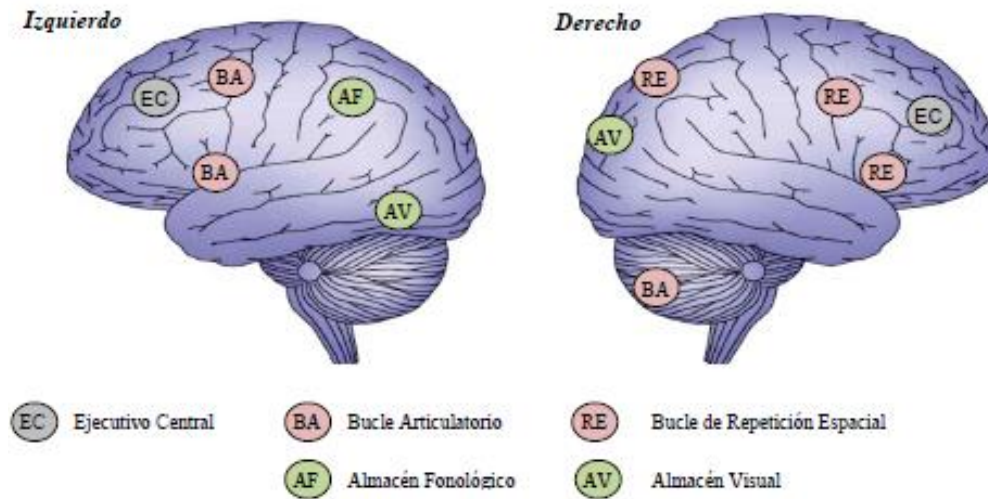
Segons Pelegrina et al. (2016) Baddeley identifica quatre funcions principals de l'EC:

- a) Dirigeix l'atenció cap a la realització d'una tasca, facilitant o inhibint el processament de la informació, depenent de la rellevància, per la realització d'aquesta.
- b) Divideix l'atenció i coordina la realització de més d'una tasca simultàniament.
- c) Canvia de forma flexible l'atenció entre una tasca o una altra.
- d) Activa i recupera informació de la MLT.

Degut a la quantitat de subprocessos executius que realitza l'EC, essencials pel funcionament de la MT, es considera el component més rellevant del sistema, especialment en la realització de tasques cognitives complexes (Vila, 2011).



A un nivell neurofisiològic, tal com es mostra en la Figura 3, hi ha una elevada unanimitat entre els principals autors en que l'executiu central està relacionat amb l'àrea cerebral prefrontal dorsolateral (CPDL) i medial (Escudero i Pineda, 2017; Vila, 2011).



**Figura 3.** Una aproximació a la localització neuronal dels components del model de Baddeley i Hitch. Extret de "Memoria operativa, Inteligencia y Razonamiento: la necesidad de medidas contextualizadas del componente de memoria operativa a largo plazo", de Vila, J.O., 2011, p.27. Recuperat de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:Psicologia-JOvila/Documento.pdf>. Copyright 2011 de José Óscar Vila Chaves.

## 2.2 Bucle fonològic

El bucle fonològic seria el component dins del sistema de la memòria de treball encarregat de la manipulació de la informació basada en el llenguatge. Dins de tots els components del model, és el més desenvolupat i estudiat (Baddeley, 1999).

La missió bàsica del bucle fonològic és la d'emmagatzemar temporalment la informació de caire lingüístic que prové de l'entorn (sons o codis lingüístics) o de l'interior del propi sistema cognitiu (Escudero i Pineda, 2017).

La teoria Multicomponent suposa que el bucle fonològic consta de dos subcomponents: el magatzem fonològic, que s'encarrega de retenir la informació basada en el llenguatge, com ja s'ha dit anteriorment, i el control articulatori, basat en la parla interna. La informació del magatzem fonològic desapareix i es torna irrecuperables després de 1,5 segons si no es repassa/reactiva mitjançant el control articulatori. El control articulatori tornaria a alimentar el magatzem d'informació, procés anomenat "repàs subvocal" (Baddeley, 1999).

La funcionalitat aplicada, comprovada per diversos estudis, mostren que el bucle fonològic estaria vinculat amb l'adquisició del llenguatge i la lectura (Baddeley, 1999; Escudero i Pineda, 2017; Vila, 2011).

Segons Vila (2011), els últims estudis respecte la localització neurofisiològica del bucle fonològic el situarien en les regions parietals i temporals esquerreres, essent l'àrea de Broca la part relacionada amb el control articulatori i l'àrea de Wernicke la part relacionada amb l'emmagatzematge fonològic (vegeu Figura 3).

### 2.3 Agenda visoespacial

L'agenda visoespacial seria el component del sistema de la MT encarregat d'integrar, manipular i mantenir informació de naturalesa visual o espacial (Pelegrina et al., 2016). La informació que utilitza el component pot ser obtinguda d'inputs externs, a través de la percepció visual, o generada a partir del propi sistema cognitiu mitjançant l'evocació d'imatges mentals (Vila, 2011).

En un principi Baddeley va postular que el component era únicament espacial (informació relacionada amb la localització en l'entorn) però mitjançant les investigacions de Logie l'any 1986 o de Klauer i Zhao l'any 2004, juntament amb evidències en neuroimatge, actualment hi ha una acceptació en què també s'utilitza informació de caire visual (informació relacionada amb formes, colors o objectes) (Baddeley, 2011).

Segons Logie 1995 (citada per Vila, 2011), l'agenda visoespacial podria fragmentar-se de la mateixa manera que el bucle fonològic: un element passiu d'emmagatzematge i un element funcional, de repàs de la informació (element actiu), anomenat per Logie com escriba intern (equivalent al controla articuladori). No obstant, segons la revisió del model (Baddeley, 2011), la naturalesa d'un sistema de repàs visoespacial encara no estaria clar.

A nivell funcional, la utilitat de l'agenda visoespacial es trobaria en activitats cognitives relativament habituals, com la construcció e interpretació de mapes i plànols, tasques de seguiment e interpretació d'elements visuals i espacials, la unió d'elements, etcètera (Vila, 2011).

A nivell neurofisiològic, segons Escudero i Pineda (2017), s'associa l'agenda visoespacial amb àrees cerebrals frontals, occipitals i parietals de l'hemisferi dret (vegeu Figura 3). Les funcions de manipulació d'informació de caràcter visual es vincularia amb l'àrea ocular frontal mentre que les funcions de manteniment en el solc interparietal (Adrover-Roig et al., 2014).

## 2.4 Buffer episòdic

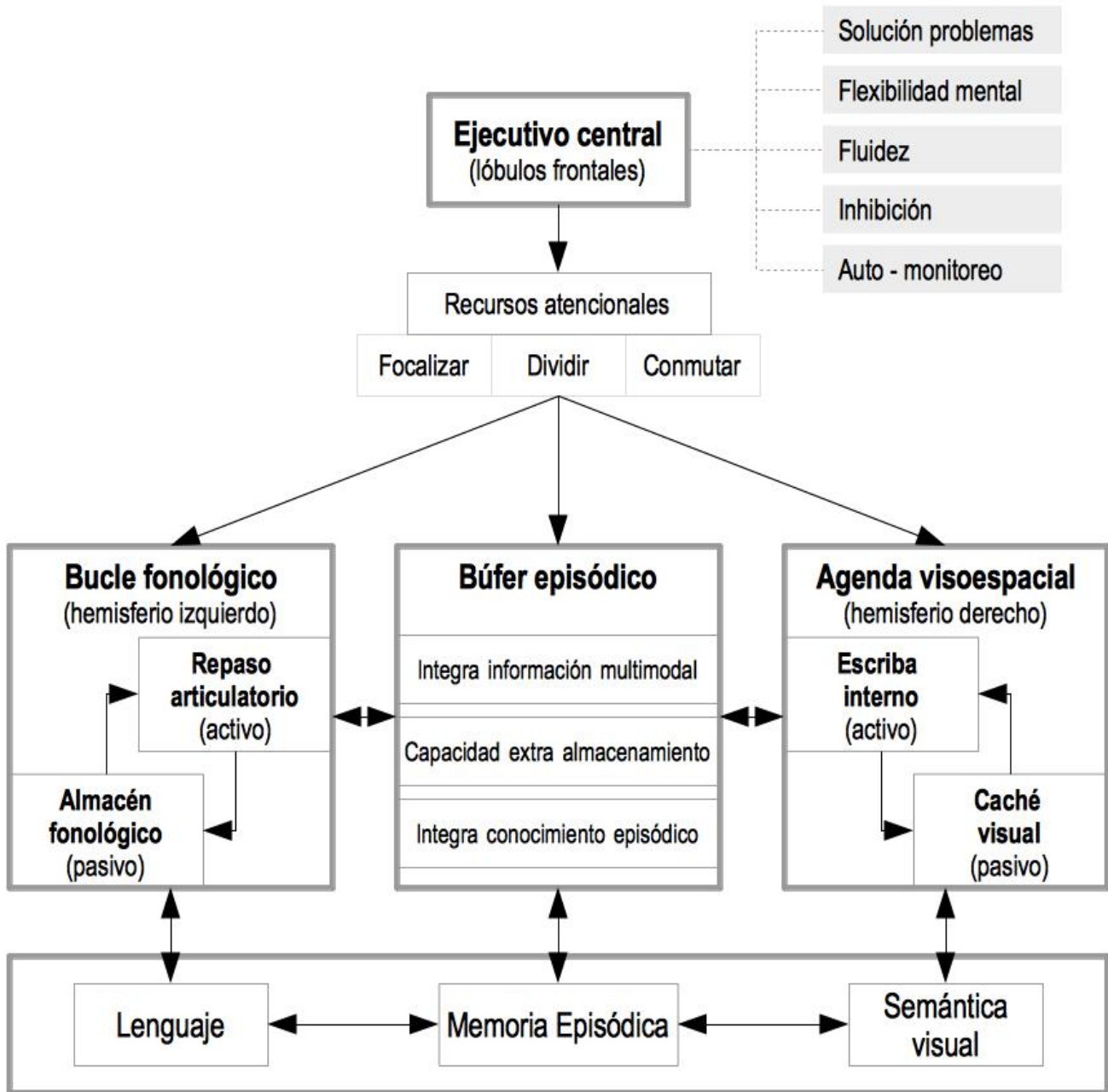
El búffer episòdic va ser el darrer component inclòs dins del sistema Multicomponent de Baddeley i Hitch, l'any 2000. Va ser introduït per Baddeley davant de les crítiques al seu model, les quals ressaltaven les dificultats de poder explicar funcions cognitives complexes com ara la comprensió lectora, dins d'un model basat en la memòria a curt termini, sense donar explicació a la utilització d'informació que el subjecte ja disposa, és a dir, la recuperació d'informació de la memòria a llarg termini (Pelegrina et al., 2016; Vila, 2011).

Aquest component tindria un sistema que pot integrar la informació dels dos components subordinats (bucle fonològic i agenda visoespacial) amb la memòria a llarg termini i emmagatzemar aquesta informació de forma temporal (López, 2011).

Segons Baddeley (2011), va anomenar el component "episòdic" pel fet de poder mantenir informació en un codi multidimensional (provinent del bucle fonològic [codi verbal] i l'agenda visoespacial [codi visual], la MLT i la percepció) en format d'episodis, amb un sentit propi i amb una capacitat limitada.

Aquest darrer component estaria controlat per l'executiu central, de forma conscient, que seria l'encarregat de lligar la informació provinent dels diferents components en episodis coherents per tal de resoldre situacions on la informació en la MLT resulti necessària (López, 2011).

Així doncs, amb la integració d'aquest darrer component al sistema Multicomponent i, tenint en compte les característiques de cadascun d'ells, un esquema del model seria el següent:



**Figura 4.** El Model Multicomponent revisat de Baddeley. Extret de “Memoria de trabajo o memoria operativa: modelo de Alan Baddeley”, de A. Sardinero, 2015. Recuperat de <http://www.rehabilitamemoria.es/memoria-de-trabajo-o-memoria-operativa-modelo-de-alan-baddeley/>. Copyright de Rehabilita Memoria 2019.

### 3. Memòria de treball al llarg del cicle vital

Com ja s'ha citat en la introducció, hi ha gran bibliografia que mostra que durant la infantesa el rendiment de la MT augmenta i en la vellesa disminueix. Actualment, es podria dibuixar l'evolució de la MT al llarg de la vida en forma de U invertida, essent el pic entre els 20 i 21 anys, tant en tasques de naturalesa verbal (Robert et al., 2009) com en tasques de naturalesa visual (Cowan et al., 2006).

Un dels estudis més representatius en el desenvolupament de la MT al llarg del cicle vital va ser l'estudi longitudinal de Siegel l'any 1994 amb nens de 6 anys fins adults de 49 anys. Els resultats indicaven que hi havia un creixement gradual en el desenvolupament de la MT dels 6 als 19 anys i a partir de l'adolescència hi havia un declivi gradual (Vila, 2011).

Les explicacions i els estudis realitzats per entendre el canvis en la MT durant el cicle vital han estat diferenciats en dos enfocaments. El primer enfocament, la perspectiva estructuralista, basa aquests canvis a partir del desenvolupament cerebral. El segon enfocament, la perspectiva funcional, basa aquests canvis a partir dels recursos i estratègies que utilitzen les persones.

#### 3.1 Nivell anatòmic

Dins del nivell anatòmic o des de la perspectiva estructuralista, s'expliquen els canvis en el rendiment de la MT a partir dels canvis estructurals que experimenta la persona, essent els factors biològics els més importants per explicar l'evolució i el rendiment de la MT. Així doncs, el rendiment de la MT augmentarà conforme les estructures cerebrals de la persona es desenvolupin i disminuirà quan aquestes es deteriorin. L'estudi des d'aquesta perspectiva implica una gran vinculació entre els models psicològics i la neurobiologia, essent les tècniques de neuroimatge cerebral claus per l'estudi del desenvolupament de la MT.

La localització neurofisiològica de la MT, comentada anteriorment, es dividiria en la selecció de la informació rellevant i en l'estabilització d'aquesta per part de les àrees frontals i, les parts posteriors del cervell tindrien un paper en la formació i el manteniment

de la informació. Així, les diferències individuals s'explicarien per el declivi/deteriorament de les àrees frontals del cervell, provocant errades en la selecció de la informació a processar i com a conseqüència es mantindria una gran activitat cerebral amb una informació irrellevant (Sander, Lindenberger i Werkle-Bergner, 2012).

La MT tindria senyals d'activació que es propaguen en totes les neurones, fent que la informació es mantingui de forma accessible però de forma poc permanent. Una vegada es canvia el nivell d'activació, es perd la informació que s'havia emmagatzemat originalment. En aquest sentit, hi hauria neurotransmissors com la dopamina, el glutamat, l'acetilcolina i la serotonina que tindrien un paper clau en la comunicació cerebral. Aquests neurotransmissors disminueixen amb l'edat i per la mort neuronal, fet que provoca una disminució en la mida i el pes del cervell i, conseqüentment una disminució en el rendiment de la MT (Smith i Kosslyn, 2008).

Diversos estudis han demostrat que la dopamina tindria un paper especialment important en la memòria de treball, essent els trastorns psicològics que tenen com a conseqüència un dèficit d'aquest neurotransmissor els que més afectacions presenten en la MT (Smith i Kosslyn, 2008).

Pel què fa l'entrenament de la MT, la perspectiva estructuralista explica els seus beneficis mitjançant la major activació dels lòbuls frontals i parietals a l'hora de realitzar les tasques (Astle i Scerif, 2011).

Així doncs, la perspectiva estructuralista es pot vincular amb les primeres teories sobre la memòria (Teoria Multimodal d'Atkinson i Shiffrin), atorgant un paper passiu a la memòria i centrant-se en les estructures d'aquesta i no en els processos o funcions que realitza l'individu.

### 3.2 Nivell funcional

En contra de la perspectiva estructuralista, la perspectiva funcional posa l'èmfasi en la utilització dels recursos, els processos i la funcionalitat de la MT, i no en l'estructura d'aquesta.

Des d'aquesta perspectiva, el rendiment de la MT estaria lligada a la correcta realització de les operacions específiques, necessàries per la resolució de les tasques, juntament amb la millora de la utilització de les funcions d'emmagatzematge i processament. Els autors dins d'aquesta perspectiva defensen que el rendiment de la MT és constant i, per tant, les variacions depenen de si les operacions es realitzen de forma més ràpida i eficaç. Aquesta millora en la realització de les operacions estaria vinculada amb l'especialització en les tasques (experiència), que provocaria una necessitat de processament inferior i en conseqüència, major espai/recursos per l'emmagatzematge (Vila, 2011).

Pel que fa les persones adultes, és més probable que tinguin dificultats en el manteniment d'una informació nova al mateix temps que realitzen un processament d'aquesta o quan s'intercala una tasca de memòria amb elements que distreuen l'atenció (Berger i Thompson, 2001). Es creu que conforme avança l'edat, el deteriorament de la memòria de treball es troba en la capacitat, és a dir, que es pugui manipular menys informació. Quan una tasca és complexa, una persona d'edat avançada sol tenir més dificultats per utilitzar estratègies de processament eficients i, aquestes deficiències en el processament, es postula, que són determinants en el rendiment de la memòria de treball. Una altre possibilitat és que la persona atorgués més prioritat en el processament, deixant menys recursos per l'emmagatzematge (Warner i Sherry, 2003).

Segons Vila (2011), s'ha consolidat la hipòtesi que gran part de les diferències individuals trobades giren al voltant de l'executiu central en quant eficiència i funcionalitat.

En l'actualitat, els estudis recents mostrarien major suport a les perspectives funcionals degut a les millores del rendiment de la MT mitjançant programes d'entrenament. Aquestes millores mostren que la MT tindria flexibilitat i no estaria totalment lligada a factors genètics sinó també a situacions contextuais (Astle i Scerif, 2011).



En síntesis, els diferents apartats tractats en el marc teòric permeten definir la memòria de treball com al sistema encarregat de mantenir informació de forma temporal alhora que es processa informació. Dins d'aquest sistema hi hauria un subsistema encarregat de la informació verbal anomenat bucle fonològic i un subsistema encarregat de la informació visual anomenat agenda visoespacial (Baddeley, 1999).

Diversos estudis han identificat diferències en el rendiment de la memòria de treball en funció de l'edat, havent-hi un elevat consens en que a partir dels 20 anys enllà hi hauria un declivi progressiu. Així doncs, partint de la teoria de Baddeley i Hitch sobre la MT, el següent apartat pretén contrastar les hipòtesis i assolir els objectius tenint com a base la present fonamentació teòrica.

## PART PRÀCTICA

La part pràctica és el motor operatiu del treball. Aquesta, proporciona la metodologia, els instruments i les tècniques per poder assolir els objectius del treball. El bloc es divideix en tres apartats: l'enfocament metodològic, els resultats de la investigació i la discussió i conclusions del treball. L'enfocament metodològic es divideix en sis apartats: la presentació dels objectius i hipòtesis directrius plantejades, la mostra seleccionada, el disseny de la investigació, el procediment en la recollida de dades, el material i instruments utilitzats, on s'inclou un estudi pilot per la validació d'aquests instruments, l'anàlisi de dades realitzat i els aspectes ètics de la recerca.

## 4 Enfocament metodològic

L'enfocament metodològic de la següent recerca està basat en una metodologia quantitativa. La finalitat de seleccionar aquest enfocament metodològic és la d'aplicar instruments per quantificar les variables de forma objectiva, intentant garantir que els efectes o diferències apreciades entre els subjectes participants siguin degudes als diferents nivells de les variables independents i no a altres factors estranys (Segura, comunicació personal, Febrer 2017). Es treballa a partir del llenguatge teòric, en aquest cas, el constructe de memòria de treball i, en concret la Teoria Multimodal de Baddeley i Hitch.

La possible falta de validesa externa o ecològica de la investigació (possibilitat de generalitzar els resultats a tota la població), degut a la no representativitat de la mostra juntament amb la no selecció aleatòria dels participants (no possibilitat d'estimar la població), no fa que l'experiment deixi de tenir sentit, ja que la finalitat d'aquest és el d'ampliar el coneixement de les diferències que es poden identificar en la MT al llarg de l'adultesa: recerca bàsica (León i Montero, 2015).

### 4.1 Objectius i hipòtesis directrius

La part pràctica d'aquest treball té la finalitat de ser la via per l'assoliment dels objectius establerts:

- 1) Objectiu general: identificar diferències en la memòria de treball, dins l'adultesa, en funció de l'edat.
  - a. Objectiu específic 1: identificar diferències entre les puntuacions de la tasca de memòria de treball verbal i les puntuacions de la tasca de memòria de treball visual en funció de l'edat.
  - b. Objectiu específic 2: conèixer si el tipus d'activitat diària més freqüent, activitat intel·lectual, manual o desocupació, influeix en les puntuacions de les tasques de memòria de treball.
  - c. Objectiu específic 3: obtenir tasques computeritzades que permetin operativitzar la memòria de treball, visual i verbal, i adaptar-les a la llengua catalana i a la recerca realitzada.

De cadascun dels objectius específics esmentats anteriorment se'n desprèn una hipòtesi directriu:

- a. Hipòtesi 1: hi haurà un declivi en les puntuacions de les tasques de memòria de treball verbal i memòria de treball visual a mesura que augmenta l'edat.
- b. Hipòtesi 2: les persones que tenen necessitats intel·lectuals en la majoria de tasques diàries, obtindran millors resultats en les tasques de MT que les persones que tenen necessitats manuals o les que estan desocupades.
- c. Hipòtesi 3: els instruments utilitzats en la recollida de dades seran vàlids per mesurar el rendiment de la memòria de treball.

## 4.2 Mostra

La mostra està compresa per 32 participants entre els 20 i els 60 anys d'edat, dividits en 4 estrats:

- 1) De 20 a 30 anys, 8 participants, 5 noies i 3 nois, amb una mitjana d'edat de 24 anys.
- 2) De 30 a 40 anys, 8 participants, 5 noies i 3 nois, amb una mitjana d'edat de 34 anys.
- 3) De 40 a 50 anys, 8 participants, 5 noies i 3 nois, amb una mitjana d'edat de 45 anys.
- 4) De 50 a 60 anys, 8 participants, 4 noies i 4 nois, amb una mitjana d'edat de 53 anys.

Els participants de cada estrat han estat seleccionades de forma no probabilística a propòsit (criteri racional: edat) i mitjançant la tècnica de Bola de Neu, per accedir a més persones amb les mateixes característiques. Tots els participants viuen dins de la comarca d'Osona, sense tenir en compte el municipi. El tipus d'activitat diària que realitzen els participants queda recollida en la taula següent:

**Taula 2.** Freqüències del tipus d'activitat diària en la mostra estudiada.

TIPUS D'ACTIVITAT DIÀRIA			Freqüència	Percentatge
Grup				
De 20 a 30 anys	Vàlid	Intel·lectuals	8	100,0
De 30 a 40 anys	Vàlid	Intel·lectuals	2	25,0
		Manuais	5	62,5
		Desocupada	1	12,5
		Total	8	100,0
De 40 a 50 anys	Vàlid	Intel·lectuals	6	75,0
		Manuais	2	25,0
		Total	8	100,0
De 50 a 60 anys	Vàlid	Intel·lectuals	3	37,5
		Manuais	4	50,0
		Desocupada	1	12,5
		Total	8	100,0

*Nota.* La taula descriu el percentatge i la quantitat de subjectes que realitzen un tipus d'activitat diària intel·lectual, manual o desocupada, segons el grup d'edat.

### 4.3 Disseny de la investigació

Des d'un enfocament quantitatiu, el disseny aplicat en la investigació és un disseny no experimental, de tipus *ex post facto*, ja que hi ha una impossibilitat de manipular la variable independent. Dins del disseny *ex post facto*, s'ha utilitzat un pla d'investigació de tipus evolutiu transversal, ja que la variable independent és el pas del temps (edat) i es comparen grups que tenen diferents valors en la variable edat, en un únic moment temporal (Montero i León, 2007).

Amb aquest disseny, les variables independents adquireixen els seus valors en funció de l'edat dels participants, quedant pendents de mesura els valors de la variable dependent: la memòria de treball verbal per una banda i la memòria de treball visual per l'altra. Aquests valors de la variable dependent són les que ens interessa estudiar mitjançant les comparacions intergrupals. Així doncs, en un inici, hi ha la recerca de subjectes amb similitud entre sí degut a compartir uns valors d'edat els quals la seva influència en la de memòria de treball volem investigar (vegeu Taula 3). El valors de la variable dependent s'adquireixen mitjançant la realització de dues tasques de memòria de treball, una amb informació verbal i una altra amb informació visual, per part de tots els subjectes participants. Les tasques es realitzen de forma consecutiva, essent la tasca amb informació verbal la primera seguit de la tasca d'informació visual.

L'esquema del disseny evolutiu transversal utilitzat, a partir de les variables quedaria:

**Taula 3.** Estudi de Variables Dependents a partir d'un nivell de Variable Independent.

VI	Subjectes de 20 a 30 anys		Subjectes de 30 a 40 anys		Subjectes de 40 a 50 anys		Subjectes de 50 a 60 anys	
VD	MT Verbal	MT Visual	MT Verbal	MT Visual	MT Verbal	MT Visual	MT Verbal	MT Visual

*Nota.* Per cada nivell de Variable Independent s'estudiarà els dos possibles nivells de Variable Dependent, la MT verbal i la MT visual.

## 4.4 Instruments, material i procediment en la recollida de dades

### Instruments

Per la consecució dels objectius del treball s'han emprat uns instruments mitjançant els quals es pogués transformar la memòria de treball, des del Model Multimodal de Baddeley i Hitch, en una variable quantificable. Per això, calia que els instruments utilitzats complissin amb la definició de la memòria de treball, és a dir, tasques que hi hagués el factor de retenció d'informació i el factor de manipulació/processament d'informació, a més de tasques amb informació verbal, relacionat amb el bucle fonològic, i tasques amb informació visual, relacionat amb l'agenda visoespacial (Baddeley, 1999).

Així doncs, els instruments utilitzats per la mesura de la MT han estat dues tasques: l'*Operation Span* (informació verbal) i la *Symmetry Span* (informació visual), del projecte de Stone i Towse (2015).

Aquest projecte consta de 7 tasques informatitzades per l'avaluació de la memòria de treball i la memòria a curt termini, tant verbal com visoespacial. El projecte té la finalitat de facilitar les recerques científiques que volen incloure una avaluació de la MT, mitjançant l'accés a les tasques i a la seva adaptació, sense haver d'utilitzar instruments comercials i costosos o sense haver de construir informàticament, des d'un inici, aquests instruments (Stone i Towse, 2015).

Les tasques han estat construïdes mitjançant el programa Tatool, basat en codi Java i es posa a disposició de l'usuari el seu ús i el codi font, per tal de realitzar les modificacions que cada investigador cregui pertinents; les tasques i l'executiu ofereixen un alt nivell de flexibilitat (canviar el nombre d'intents, l'amplitud d'ítems per intent, la probabilitat d'aparició d'uns o altres ítems, etc.) (Stone i Towse, 2015).

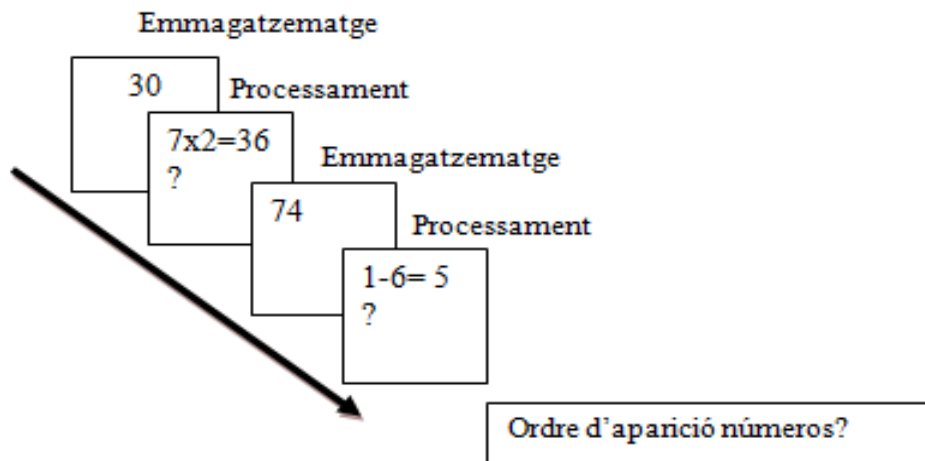
Les tasques seleccionades formen part de les anomenades "tasques complexes" en l'avaluació de la MT. Aquestes tasques han estat dissenyades sota el paradigma actiu de la MT, on aquesta és encarregada no tant sols de emmagatzemar informació, sinó també del processament, per tant, les tasques presenten informació a recordar de forma temporal mentre de forma simultània apareix informació a processar.

La primera tasca, l'*Operation Span*, consta de la presentació de números (de l'1 al 99) els quals el subjecte ha de recordar i evocar al final de l'intent, en l'ordre d'aparició. Per cada número a recordat, hi ha una fase de processament, on el participant ha de indicar, mitjançant l'aplicació, si l'equació simple que apareix a la pantalla és correcte o incorrecte. Segons el treball de Stone i Towse (2015), hi ha un 50 % de possibilitats que l'equació sigui correcte o 50% incorrecte i un 25% de possibilitats que sigui multiplicació, 25 % divisió, 25 % suma i 25% resta.

L'amplitud va des de 2 números a recordar (amb les seves respectives fases de processament) fins a 6 números, per cada amplitud hi ha 3 intents.

L'adaptació realitzada a l'explicació anterior de l'instrument per la present recerca ha estat la traducció de les instruccions de la tasca (vegeu apèndix A), de la llengua anglesa a la llengua catalana i la incorporació de 2 intents extra d'amplitud 2, a l'inici de la tasca, que no puntuen, per tal que el subjecte es familiaritzi amb la tasca.

Una il·lustració exemple, d'un intent d'amplitud 2 seria:



**Figura 4.** Il·lustració de la tasca Operation Span. Adaptat de "A Working Memory Test Battery: Java-Based Collection of Seven Working Memory Tasks" de J.M. Stone i J.N. Towse, 2015, *Journal of Open Research Software*, 3(1), p.3. Consultat des de <https://openresearchsoftware.metajnl.com/articles/10.5334/jors.br/>

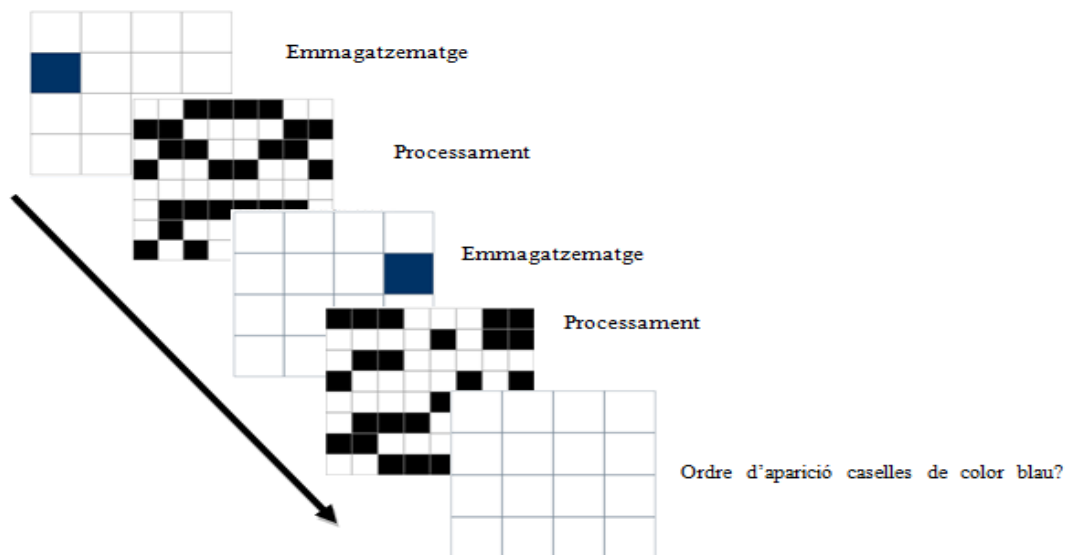


La segona tasca, *Symmetry Span*, consta de la presentació d'unes matrius 4x4, on els participants han de recordar la posició de la casella de color blau, de cada matriu presentada, en l'ordre d'aparició. Per cada matriu 4x4 presentada hi ha una fase de processament, aquesta consta de l'aparició d'una matriu 8x8 amb caselles de color negre, el participant ha d'indicar, mitjançant l'aplicació, si el patró que apareix en la pantalla és simètric o asimètric. Al final, apareix una matriu 4x4 amb les caselles blanques, on el participant ha de seleccionar les caselles que en les anteriors matrius 4x4 eren de color blau, en l'ordre d'aparició.

L'amplitud va des de 2 caselles a recordar (amb les seves respectives fases de processament) fins a 6 caselles, per cada amplitud hi ha 3 intents.

L'adaptació realitzada a l'explicació anterior de l'instrument per la present recerca ha estat la traducció de les instruccions de la tasca (vegeu apèndix B), de la llengua anglesa a la llengua catalana i la incorporació de 2 intents extra d'amplitud 2, a l'inici de la tasca, que no puntuen, per tal que el subjecte es familiaritzi amb la tasca.

Una il·lustració exemple, d'un intent d'amplitud 2 seria:



**Figura 5.** Il·lustració de la tasca Symmetry Span. Adaptat de "A Working Memory Test Battery: Java-Based Collection of Seven Working Memory Tasks" de Stone, J.M. i Towse, J.N., 2015, *Journal of Open Research Software*, 3(1), p.4. Consultat des de <https://openresearchsoftware.metajnl.com/articles/10.5334/jors.br/>

Els criteris de puntuació en ambdues proves, tenint per base la definició de memòria de treball com a manteniment i manipulació, ha estat el següent:

- 1 punt per intent, si el record dels elements i el seu ordre és correcte. Sempre i quan, totes les fases de processament de l'intent s'hagin realitzat correctament.
- 0 punts si hi ha algun error en el record d'un element o en el seu ordre o, si hi ha hagut alguna errada en la fase de processament de l'intent.
- Tots els intents i amplituds puntuen de la mateixa forma, comentada en els dos punts anteriors. Només en són exempts els dos primers intents de cada tasca, els quals no puntuen en cap sentit.

Essent així, la puntuació màxima per tasca és de 15 punts (3 punts pels 5 nivells d'amplitud [2-6 elements]). La puntuació mínima és de 0 punts.

### Material

Els materials per poder utilitzar de forma adequada les tasques descrites anteriorment són:

- Traducció de les instruccions originals de les tasques.
- Ordinador, sense especificacions concretes. En la recerca s'ha utilitzat un ordinador portàtil, de la marca ACER, de 15.6'', amb sistema operatiu de 64 bits amb l'edició de Windows 7 Home Premium.
- L'aplicació i les tasques, descarregables des de l'enllaç web del projecte de Stone i Towse (2015): <http://www.cognitivetools.uk>
- Programa Notepad++, a partir del qual s'ha modificat l'XML de les tasques per modificar el nombre d'intents permesos per amplitud.

Cada participant de l'estudi realitzava les dues tasques de MT, verbal i visual, de forma seguida. L'ordre de presentació de les tasques era el de la memòria de treball verbal primerament (Operation Span), seguit de la tasca de memòria de treball visual (Symmetry Span).

Cap de les proves que es presentaven als participants tenien limitació temporal i, el temps que hi dedicaven, fos més o menys, no afectava als resultats.

## Procediment

El procediment un cop seleccionat el participant consistia dels següents passos:

1. Selecció d'un context adequat, sense distraccions, per la correcta realització de les tasques i el control de variables estranyes pertinents al context com sorolls, persones alienes, etc.
2. Explicació de la temàtica del TFG i de la protecció de dades, explicant la protecció d'aquestes mitjançant la no anotació d'informació que pugui identificar-los (com nom i cognoms, DNI, adreça...), simplement l'anotació de l'edat, el gènere i la naturalesa de les activitats que realitzen diàriament.
3. Explicació de les instruccions de les tasques a realitzar.
4. Comprovació de la comprensió de les instruccions per una correcta realització de les tasques mitjançant l'observació dels 2 primers intents de prova.
5. Realització de la primera tasca.
6. Realització de la segona tasca.

Finalment, s'agraïa la participació en l'estudi i, en alguns casos, depenent de la quantitat de mostra accessible en l'estrat del participant, es preguntava si coneixia alguna persona amb les mateixes característiques a la qual pogués accedir (tècnica Bola de Neu)

### 4.4.1 Estudi pilot inicial

Davant de les dificultats en la recerca d'instruments accessibles i vàlids per quantificar la memòria de treball, tant verbal com visual, prèvia a la recollida de dades, s'ha realitzat un estudi pilot amb la finalitat de validar i adaptar els instruments utilitzats (Operation Span i Symmetry Span) en funció de les necessitats observades.

La mostra estava formada per 4 participants, cadascun d'ells formava part d'un estrat diferent i residien a la comarca d'Osona.

- De 20 a 30 anys, 1 participant, noia, amb una edat de 21 anys.
- De 30 a 40 anys, 1 participant, noia, amb una edat de 33 anys.
- De 40 a 50 anys, 1 participant, noia, amb una edat de 49 anys.
- De 50 a 60 anys, 1 participant, noi, amb una edat de 53 anys

Un cop seleccionats els participants, es va realitzar una breu explicació de la temàtica del TFG. Posteriorment, es seleccionava un ambient tranquil, sense distraccions i s'explicaven les instruccions d'ambdues tasques a realitzar (verbal i visual), explicades anteriorment. Finalment, els participants realitzaven les tasques i se'ls observava per assegurar la total comprensió de les instruccions.

Com ja s'ha esmentat al principi de l'apartat, la finalitat d'aquest estudi pilot requeia en adaptar i validar el material i instruments utilitzats i no tant en veure els resultats que obtenien els participants. No obstant, els resultats obtinguts mostraven simetria amb les hipòtesis directrius. Essent així, el primer estrat (20 a 30 anys) obtenia les puntuacions més elevades en ambdues tasques i, les puntuacions començaven a disminuir en el següent apartat i posteriors, essent el més baix l'últim estrat (50 a 60 anys).

Al tenir únicament 1 participant per estrat no es van poder veure diferències intragrupsals en la MT, influïdes per gènere o naturalesa de l'activitat diària.

Els resultats i conclusions de l'estudi pilot, han estat els de poder validar l'instrument com a mesura de la memòria de treball, tant verbal com visual, i ha permès identificar la necessitat de fer una adaptació a les instruccions, a partir de les observacions als participants i els seus respectius comentaris, per fer-les més comprensibles. A més, es van afegir dos intents de pràctica, sense puntuació, a l'inici de cada tasca, per ajudar als participants a assolir el funcionament de les tasques i, que la no-familiaritat amb la tasca o les dificultats inicials en la comprensió d'aquesta, no afectés a la puntuació final.

#### 4.5 Procediment per a l'anàlisi de dades

Per l'obtenció dels resultats de cada participant, l'aplicació utilitzada tenia l'opció d'exportar les dades referents a les tasques realitzades. Aquesta opció, generava un document Excel, amb una fila per cada ítem de la tasca, ítems de processament o de record, amb una columna de text, on es detallava un seguit d'informació, de la qual es seleccionava el grup d'edat de l'usuari, la tasca realitzada, el tipus d'ítem i la veracitat de la resposta (vegeu apèndix C). A partir d'aquesta informació, es mirava intent a intent si els ítems de processament havien estat correctes i, en cas afirmatiu, si el record dels ítems a mantenir també havia estat correcte. Un cop comptabilitzats, de tots els participants, els intents recordats correctament, on els ítems de processament de l'intent també ho haguessin estat, es va procedir a l'anàlisi de dades.

L'anàlisi de les dades obtingudes, en l'aplicació dels instruments, es va realitzar de forma estadística mitjançant el programa SPSS. Amb aquest, s'han obtingut les freqüències de gènere, edat i tipus d'activitat diària de la mostra. A més, es va realitzar un anàlisi correlacional entre l'edat i les puntuacions en les tasques realitzades i, el tipus d'activitat diària i les puntuacions en les tasques realitzades, essent el Coeficient de Correlació de Pearson l'utilitzat per estudiar-ne la relació.

D'altra banda, també s'ha calculat el Coeficient de Determinació a partir del Coeficient de Correlació de Pearson obtingut. Aquest, s'ha calculat de forma manual per tal d'obtenir més informació respecte la relació de dependència entre dues variables.

## 4.6 Aspectes ètics de la recerca

Durant la realització del TFG s'han tingut en compte les tres regles bàsiques de la psicoètica, publicades l'any 1996 per França-Tarragó (Vilardell, 2016)

- Regla de confidencialitat: s'ha guardat la confidencialitat de les dades dels participants en tot moment, assegurant l'anonimat d'aquests mitjançant la no anotació del nom o altres dades que poguessin identificar directa o indirectament als subjectes. Únicament s'ha recopilat informació relacionada amb l'edat, el gènere i el tipus d'activitat diària.
- Regla de veracitat i consentiment: s'ha explicat la temàtica i la finalitat del TFG a cada participant, essent lliure, la seva participació en la recerca.
- Regla de fidelitat als acords: s'ha respectat l'acord de confidencialitat en tot moment tal i com es va explicar als participants de la recerca.

## 5 Resultats

Els resultats presentats es divideixen en: els resultats relatius a les puntuacions mitjanes de les tasques de memòria de treball, verbal i visual, segons el grup d'edat dels participants. La comparació entre les puntuacions de la tasca de memòria de treball verbal i les puntuacions de la tasca de memòria de treball visual, en funció de l'edat. L'estudi relacional entre l'edat i les puntuacions obtingudes en les tasques. Finalment, l'estudi relacional entre les puntuacions i el tipus de tasca diària dels subjectes.

### 5.1 Edat i puntuacions obtingudes

Tal com s'il·lustra en la Taula 4, la mitjana de puntuacions en les tasques realitzades és més elevada en el primer grup d'edat, dels 20 als 30 anys, juntament amb una alta variància entre les puntuacions dels subjectes. Tenint una puntuació en la tasca d'informació visual de gairebé el doble que en tasques d'informació verbal.

En el segon grup d'edat, hi ha un declivi en les puntuacions, respecte al primer grup, essent les puntuacions en la tasca d'informació visual les que més redueixen (més de 5 punts).

En el tercer grup, es pot veure un augment poc significatiu en la mitjana de puntuacions en la tasca d'informació verbal (+0.38) i un declivi en la tasca d'informació visual de 1.38 punts, respecte el segon grup.

Finalment, el darrer grup, té les puntuacions més baixes en comparació a la resta de grups, no assolint la puntuació mitjana de 1, en cap de les tasques realitzades.

**Taula 4.** Puntuacions mitjanes obtingudes en funció al grup d'edat.

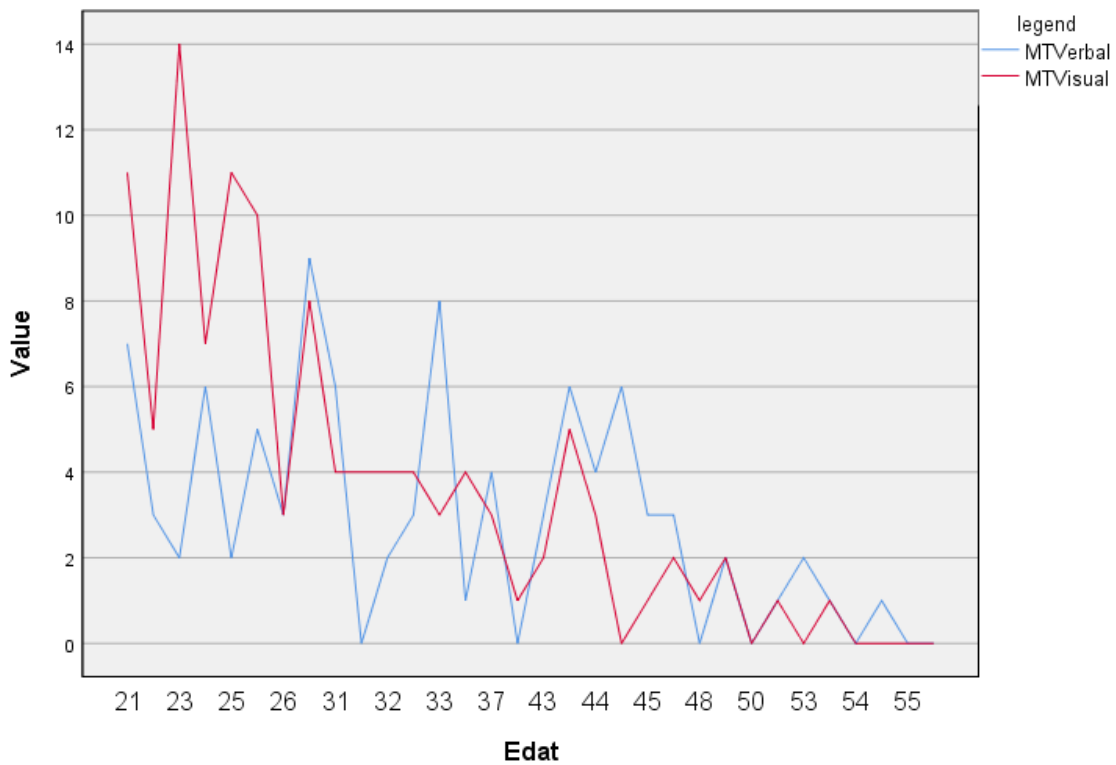
Grup			MTVerbal	MTVisual
De 20 a 30 anys	N	Vàlid	8	8
		Perduts	0	0
	Mitjana	4,63	8,63	
	Desviació Típica	2,56	3,583	
	Variància	6,554	12,839	
De 30 a 40 anys	N	Vàlid	8	8
		Perduts	0	0
	Mitjana	3	3,38	
	Desviació Típica	2,878	1,061	
	Variància	8,286	1,125	
De 40 a 50 anys	N	Vàlid	8	8
		Perduts	0	0
	Mitjana	3,38	2	
	Desviació Típica	1,996	1,512	
	Variància	3,982	2,286	
De 50 a 60 anys	N	Vàlid	8	8
		Perduts	0	0
	Mitjana	0,63	0,25	
	Desviació Típica	0,744	0,463	
	Variància	0,554	0,214	

*Nota.* Per cada grup d'edat es mostra la puntuació mitjana obtinguda de tots els participants del grup, en la tasca de memòria de treball verbal i en la de memòria de treball visual. A més, es mostra la desviació típica i la variància en les puntuacions dels subjectes del grup, en cada tasca realitzada.



## 5.2 Comparació de puntuacions de tasca verbal i tasca visual segons l'edat

Tal com es veu en la Figura 6, les diferències que s'observen en les puntuacions entre la tasca de memòria de treball verbal (MTVerbal) i la tasca de memòria de treball visual (MTVisual), a mesura que l'edat augmenta, es poden sintetitzar en que durant els 20-30 anys el rendiment en la MTVisual està altament per sobre de la MTVerbal, no obstant, durant els 30-40 anys, el rendiment en la MTVisual disminuiria considerablement, arribant a igualar-se amb el rendiment en la MTVerbal. Pel que fa als 40-50 anys, hi hauria un declivi en el rendiment de la MTVisual, que es col·locaria per sota del rendiment en la MTVerbal. Finalment, ambdós puntuacions tornarien a igualar-se, tenint un rendiment molt baix, entre els 50-60 anys.



**Figura 6.** Puntuacions en la tasca Operation Span i la tasca Symmetry Span a mesura que augmenta l'edat.

### 5.3 Estudi relacional entre edat i puntuacions

La Taula 5 il·lustra el Coeficient de Correlació de Pearson, entre la variable edat i la variable de MTVerbal (puntuacions en l'Operation Span), i la variable edat amb la MTVisual (puntuacions en l'Operation Span). En ambdós casos, la relació entre les variables és negativa, és a dir, a mesura que augmenta l'edat, les puntuacions en la MTVerbal i les puntuacions en la MTVisual disminueixen. La intensitat amb la MTVisual és forta ja que és superior a -0.75 i per tant seria significativa, mentre que la intensitat de relació és inferior i no seria significativa.

Si calculem els Coeficients de Determinació:

- Puntuacions en Operation Span i edat:  $R^2_{XY} = 0.283024$
- Puntuacions en Symmetry Span i edat:  $R^2_{XY} = 0.678976$

Els resultats mostren la proporció de variància compartida entre les dues variables estudiades. Això significaria que les puntuacions del Operation Span depenen del 28,3% de l'edat, mentre que les puntuacions en el Symmetry Span depenen d'un 67,89% a l'edat.

**Taula 5.** Coeficient de Correlació de Pearson entre puntuacions obtingudes i edat.

#### Correlacions entre puntuacions i edat

		Edat	MTVerbal	MTVisual
Edat	Coeficient de Correlació de Pearson	1	-,532	-,824
	N	32	32	32

*Nota.* La variable edat es correlaciona amb les puntuacions de la tasca de memòria de treball verbal (Operation Span) i les puntuacions en la tasca de memòria de treball visual (Symmetry Span).

## 5.4 Estudi relacional entre tipus d'activitat diària i puntuacions

Tal i com es mostra en la Taula 6, el Coeficient de Correlació de Pearson, entre la variable tipus de tasca diària, i les puntuacions obtingudes en els tests, és negativa, és a dir, com major nivell de desocupació (intel·lectual<manual<desocupació) en la realització de la majoria de tasques diàries, menors puntuacions. No obstant, la relació presenta una intensitat baixa i no seria significativa.

Si calculem els Coeficients de Determinació:

- Puntuacions en Operation Span i tipus d'activitat diària:  $R^2_{XY} = 0.127449$
- Puntuacions en Symmetry Span i tipus d'activitat diària:  $R^2_{XY} = 0.107584$

Els resultats mostren la proporció de variància compartida entre les dues variables estudiades. Els resultats mostren que tant sols el 12,74% en les tasques de memòria de treball verbal i el 10,75% en les tasques de memòria de treball visual depenen del tipus d'activitat diària que realitzi la persona.

**Taula 6.** Coeficient de Correlació de Pearson entre tipus d'activitat diària i edat.

		<b>Correlacions</b>		
		Tipus	MTVisual	MTVerbal
Tipus	Coeficient de Correlació de Pearson	1	-,328	-,357*
		32	32	32

*Nota.* La variable del tipus d'activitat que realitzen els subjectes de la mostra es correlaciona amb les puntuacions de la tasca de memòria de treball verbal (Operation Span) i les puntuacions en la tasca de memòria de treball visual (Symmetry Span).

Els resultats obtinguts i presentats en aquest apartat donen lloc a la discussió i a les conclusions del treball que es comenten a continuació.

## 6 Discussió i conclusions

El present i darrer punt del treball recupera els objectius i les hipòtesis directrius del treball, amb la finalitat de comparar, contrastar i discutir els resultats obtinguts amb la fonamentació teòrica de referència i identificar les fortaleeses i els elements de millora de la recerca realitzada.

### Discussió

Els resultats obtinguts en la nostra mostra indiquen que la primera hipòtesi (“hi haurà un declivi en les puntuacions de les tasques de memòria de treball verbal i memòria de treball visual a mesura que augmenta l’edat”) no es compleix, ja que hi ha un declivi de les puntuacions en la tasca de memòria de treball visual (Symmetry Span) segons augmenta l’edat però en la tasca de memòria de treball verbal (Operation Span) els resultats mostren que hi hauria un manteniment i petit increment (+0.38) entre les edats de 30 a 40 anys i les edats de 40 a 50 anys respectivament, tenint una mitjana aproximada 3 punts en les puntuacions d’ambdós grups. Es podria acceptar la segona part de la hipòtesis referent al declivi de les puntuacions en la tasca de memòria de treball visual a mesura que augmenta l’edat, ja que a partir de l’anàlisi de dades, s’ha obtingut una correlació negativa significativa entre la tasca de memòria de treball visual i la variable edat, amb una dependència del 67,89% en funció de l’edat.

D’altra banda, els resultats obtinguts no concordarien amb la segona hipòtesi (“les persones que tenen necessitats intel·lectuals en la majoria de tasques diàries, obtindran millors resultats en les tasques de MT que les persones que tenen necessitats manuals o les que estan desocupades”), ja que la relació entre la variable de tipus de tasca diària i la variable puntuacions, ja sigui en la Operation Span o la Symmetry Span, tenen una correlació poc significativa (-0.357 i -0.328 respectivament) i, per tant, no es pot afirmar rotundament que les persones amb necessitats intel·lectuals en la majoria de tasques han obtingut millors puntuacions en les tasques de memòria de treball. A més, analíticament, el fet de no tenir el mateix nombre de persones amb diferents tipus d’activitat, juntament amb no bloquejar la variable de l’edat, dificulten la contrastació de la hipòtesi.

Contrastant amb altres estudis realitzats (Cowan et al., 2006; Robert et al., 2009), els resultats indiquen que el pic en el rendiment de la MT, tant verbal com visual es troba en el primer grup d'edat (20 als 30 anys). En referència a l'estudi de Siegel de l'any 1994, els resultats del present estudi també mostren un declivi gradual en funció de l'edat, excepte en la memòria de treball verbal, on com s'ha dit anteriorment, hi hauria un manteniment entre les edats de 30 i 50 anys.

En relació a la tercera hipòtesis de treball, relacionada amb la utilització d'instruments útils per mesurar la memòria de treball és acceptada. La realització d'un estudi pilot previ a la recerca, juntament amb la mateixa recerca i els resultats obtinguts, mostren que els instruments són vàlids per la mesura del rendiment en la memòria de treball, entenent aquesta com el sistema encarregat de mantenir i manipular de forma temporal una informació (Baddeley, 1999). Les tasques utilitzades, tant la d'informació verbal com la d'informació visual, realitzen una demanda d'ambdues parts de la definició, retenció i processament d'informació. Així doncs, des del present treball es dona suport al projecte de Stone i Towse (2015) com a material útil per l'avaluació del rendiment en la memòria de treball.

En relació als objectius del treball, es pot concloure que s'han assolit exitosament la major part. El primer objectiu, relacionat amb identificar diferències entre les puntuacions de les diferents tasques en funció de l'edat, s'ha pogut assolir gràcies a les tasques utilitzades i referides al tercer objectiu. Els resultats mostren una diferència significativa entre els 20 i 30 anys, on les puntuacions en la Symmetry Span són més altes que en l'Operation Span, seria en la franja dels 30 a 40 anys on les puntuacions en la tasca visual disminuirien intensament fins aproximar-se a les puntuacions en la tasca verbal. Aquests resultats, a partir de la neurociència actual, podrien ser deguts a un deteriorament significatiu, a partir dels 30 anys, del solc interparietal, encarregat en el manteniment de la informació visual (Adrover-Roig et al., 2014), juntament amb dificultats en els ítems a processar (simetria dels patrons), en augmentar l'edat, fet que atorga més recursos al processament que a la retenció (Warner i Sherry, 2003), degut a un declivi en l'eficiència en l'executiu central (Vila, 2011).

El segon objectiu, relacionat amb conèixer la influència del tipus d'activitat diària en la MT, no s'ha pogut assolir. Els resultats mostren una relació poc intensa entre les variables i, en contra, la metodologia emprada no ha estat precisa, ja que el nombre de subjectes amb cada tipologia d'activitat ha estat irregular entre els diferents grups, impossibilitant el bloqueig de la variable edat. Aquesta limitació, es planteja com a futura línia de treball.

Finalment, en relació al tercer objectiu (“obtenir tasques computeritzades que permetin operativitzar la memòria de treball, visual i verbal, i adaptar-les a la llengua catalana i a la recerca realitzada”) s’ha obtingut i utilitzat una tasca computeritzada, adaptada a la llengua catalana, que ens permet operativitzar la MT. Seguint el model de Baddeley i Hitch, les tasques Operation Span i Symmetry Span s’explicarien de la següent manera. En un inici, l’executiu central dirigeix l’atenció a la tasca, facilitant el processament de la informació (veracitat de les equacions o de la simetria dels patrons), seguidament en el cas de la tasca amb informació verbal, el bucle fonològic és l’encarregat de manipular la informació, retenint aquesta dins del magatzem fonològic gràcies al control articulatori, que repassaria i mantindria actius els nombres a recordar mitjançant la parla interna. En el cas d’informació visual, aquesta es retindria dins l’agenda visoespacial, essent desconeguda la forma en com es repassa i es manté activa la posició de les caselles de color blau (Baddeley, 2011). Ambdós tasques també implicarien el buffer episòdic, essent la memòria a llarg termini necessària pel llenguatge, el processament dels ítems i la semàntica visual.

### Conclusions

Els resultats obtinguts en la present recerca s’alineen amb altres estudis ja realitzats, esmentats en la discussió i altres apartats del treball, posant en evidència la variable edat i podent afirmar que aquesta influeix significativament a les funcions cognitives. Es proposaria doncs, agafant de base aquest i altres estudis previs ja realitzats, la focalització dels recursos en el disseny d’intervencions, per tal de promoure el rendiment de les funcions cognitives i disminuir l’efecte de l’edat en el rendiment d’aquestes.

Com s’ha comentat anteriorment, el rendiment en la memòria de treball visual estaria altament per sobre del rendiment en la memòria de treball verbal durant els 20 i 30 anys

i, en els posteriors grups s'igualarien ambdues puntuacions. Aquest fet ens fa concloure que, degut a la transversalitat de l'estudi, podem estar davant de característiques generacionals, com pot ser la utilització freqüent i gairebé des del naixement d'aparells digitals en els adults de 20 a 30 anys. Aquesta freqüent utilització es pot transformar en una especialització i millora en la realització d'operacions on hi hagi implicats elements visuals i digitals, provocant una menor necessitat de recursos pel processament d'informació i tenint més recursos per l'emmagatzematge d'informació.

Finalment, es conclou que la tasca obtinguda i adaptada, és vàlida per la mesura del rendiment de la memòria de treball, pel fet de implicar tots els processos presents en la definició de la memòria de treball: retenció d'informació temporal conjuntament al processament d'informació (Baddeley, 1999).

#### Aportacions i elements de millora

En aquest apartat es presenten les principals aportacions a partir de la realització del treball, els elements de millora identificats i les futures línies de treball possibles.

Com a principals aportacions es destaca l'evidència empírica proporcionada en relació als canvis en la memòria de treball durant l'edat adulta mitjançant l'ús de tasques complexes de memòria de treball. A més, es destaca l'aportació d'instruments adaptats a la llengua catalana per la mesura de la memòria de treball d'informació verbal i visual, posats a disposició per altres recerques dins de l'àmbit dels processos cognitius bàsics o en altres recerques on es vulgui incloure l'estudi de la variable de memòria de treball. Finalment, s'identifica la necessitat d'intervencions com una aportació arrel dels resultats obtinguts, relacionades amb l'entrenament o l'endarreriment en el declivi de la memòria de treball.

D'altra banda, es poden detectar elements de millora i futures línies de treball. Primerament, s'entén que el treball final de grau és el mitjà per on l'estudiant mostra el nivell d'adquisició de les competències de la titulació i dels principis que fonamentaran la futura tasca professional, en aquest cas segons la temàtica, és la recerca. Així, el treball pretén mostrar aquesta adquisició, d'eines i procediments d'una recerca, mitjançant

aquest petit estudi. Aquest condicionament de mida, influeix de forma negativa als resultats obtinguts, ja que les puntuacions atípiques afecten de forma significativa als resultats, per tant, es podria millorar el treball amb una major mostra per disminuir l'efecte d'aquests resultats específics, és a dir, disminuir la desviació. A més, el fet de no seleccionar la mostra de forma probabilística impedeix l'estimació de puntuacions en la població.

D'altra banda, caldria aprofundir en la tipologia de tasques diàries dels participants, ja que la classificació ha estat breu i no s'han tingut en compte el tipus de tasques que es poden realitzar en cada categoria, ja que entenem que tasques administratives no tindrien les mateixes demandes cognitives que les tasques que pot realitzar un delineant, mentre que les tasques que realitza un operari verificant un producte no serien les mateixes que les que fa un operari fent muntatge d'aparells a partir de la interpretació de plànols.

Finalment, es podria millorar la investigació mitjançant la realització d'una bateria de tests: augmentar el nombre de tasques a realitzar, relacionades amb la memòria de treball verbal i visual, permetria quantificar de forma més precisa i fiable la variable.

Com a futures línies de treball, agafant de base els presents resultats, es planteja l'opció de realitzar un estudi amb un disseny quasi experimental pre-post, dissenyant i aplicant un programa d'entrenament relacionat a la MT, com ja s'ha esmentat anteriorment, a partir de tasques on posin en joc la retenció i manipulació d'informació tant visual com verbal i, posteriorment, mesurar de nou la variable de memòria de treball per comprovar si aquest programa té alguna influència en els subjectes.



## 7. Referències bibliogràfiques

- Adrover-Roig, D., Muñoz, E., Sánchez-Cubillo, I. i Miranda, R. (2014). Neurobiología de los sistemas de aprendizaje y memoria. Dins Diego Redolar (Ed.), *Neurociencia Cognitiva* (pp. 411-438). Madrid: Panamericana.
- Astle, D. E. i Scerif, G. (2011). Interactions between attention and visual short-term memory (VSTM): What can be learnt from individual and developmental differences? *Neuropsychologia*, *49*(6), 1435-1445 Consultat 31 Gener 2019, des de [https://pure.royalholloway.ac.uk/portal/files/1391825/nsy\\_3910.pdf](https://pure.royalholloway.ac.uk/portal/files/1391825/nsy_3910.pdf)
- Atkinson, R. C. i Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. Dins Spence, K. W., i Spence, J. T. *The psychology of learning and motivation*. (pp. 89-195). New York: Academic Press.. Consultat 23 de Febrer 2019, des de [https://app.nova.edu/toolbox/instructionalproducts/edd8124/fall11/1968-Atkinson\\_and\\_Shiffrin.pdf](https://app.nova.edu/toolbox/instructionalproducts/edd8124/fall11/1968-Atkinson_and_Shiffrin.pdf)
- Baddeley, A. (1999). *Memoria humana: Teoría y práctica* (1a. ed). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Baddeley, A. (2011). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, *63*(1), 1-29. Consultat 15 gener 2019, des de <https://www.annualreviews.org/action/showCitFormats?doi=10.1146%2Fannurev-psych-120710-100422>
- Baddeley, A., Eysenck M. i Anderson M. (2010). *Memoria* (1a. ed). Madrid: Alianza Editorial.
- Berger, K. i Thompson, R. (2001). *Psicología del desarrollo: adultez y vejez* (7a. ed). Madrid: Medica Panamericana.
- Bopp, K. L. i Verhaeghen, P. (2009). Working memory and aging: separating the effects of content and context. *Psychology and aging*, *24*(4), 968-80. Consultat 20 Gener 2019, des de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2805123/#>

- Cowan N., Naveh-Benjamin M., Kilb A. i Sauls J. S. (2006). Life-span development of visual working memory: When is feature binding difficult? *Developmental Psychology*, 42(6), 1089–1102. Consultat 24 Gener 2019 des de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1635970/>
- Cowan, N., AuBuchon, A.M., Gilchrist, A., Ricker, T. i Scott, J. ( 2011). Age Differences in Visual Working Memory Capacity: Not Based on Encoding Limitations. *Developmental Psychology*, 14(5), 1066-1074. Consultat 23 Gener 2019, des de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3177168/>
- Escudero, J.M. i Pineda, W.F. (2017). Memoria de Trabajo: El modelo multicomponente de Baddeley, otros modelos y su rol en la práctica clínica. Dins Johana, M., Alarcón, Y., Trejos, A.M., Reyes, P., Escudero, J.M., Pineda, W.F.,... Uribe, J.I. (Coords.), *Estudios actuales en psicología. Perspectivas en Clínica y Salud* (pp.14-41). Colombia: Editorial Mejoras. Consultat 15 Febrer, des de [https://www.researchgate.net/publication/317552300\\_Memoria\\_de\\_Trabajo\\_El\\_modelo\\_multicomponente\\_de\\_Baddeley\\_otros\\_modelos\\_y\\_su\\_rol\\_en\\_la\\_practica\\_clinica/stats](https://www.researchgate.net/publication/317552300_Memoria_de_Trabajo_El_modelo_multicomponente_de_Baddeley_otros_modelos_y_su_rol_en_la_practica_clinica/stats)
- Federico, F., De Logu, F. i Raffone, A. (2014). Maintenance and manipulation of object sequences in working memory: a lifespan study. *Neurological Sciences*, 35(12), 1883-1887. Consultat 23 Gener 2019, des de [https://www.researchgate.net/publication/263137881\\_Maintenance\\_and\\_manipulation\\_of\\_object\\_sequences\\_in\\_working\\_memory\\_a\\_lifespan\\_study](https://www.researchgate.net/publication/263137881_Maintenance_and_manipulation_of_object_sequences_in_working_memory_a_lifespan_study)
- Fergus, I., Craik, R. i Lockhart, R. (1980). Niveles de procesamiento: un marco para la investigación sobre la memoria. *Estudios de Psicología*, 2, 93-109. Consultat 28 Gener 2019, des de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=65802>
- Garralda, J.M. i Fernandez, J. (2011). Sustrato neuronal de la memoria de trabajo espacial. *eNeurobiologia*, 2, 1–12. Consultat 20 Desembre 2018, des de [https://www.researchgate.net/publication/237090221\\_Sustrato\\_neuronal\\_de\\_la\\_memoria\\_de\\_trabajo\\_espacial/figures](https://www.researchgate.net/publication/237090221_Sustrato_neuronal_de_la_memoria_de_trabajo_espacial/figures)

- Lahey, B. (2007). *Introducción a la psicología* (9a ed). Mèxic: McGraw-Hill.
- León, O. i Montero, I., (2015). *Métodos de investigación en psicología y educación. Las tradiciones cuantitativa y cualitativa* (4a ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- López, M. (2011). Memoria de trabajo y aprendizaje: Aportes de la neuropsicología. *Cuadernos de Neuropsicología*, 5(1), 25-47. Consultat 16 gener 2019, des de <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cnps/v5n1/a03.pdf>
- Miyake, A. i Shah, P. (1999). *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. Consultat 12 Gener 2019, des de <http://psych.colorado.edu/~miyake/MWM%20Chapter%201.pdf>
- Montero, I. i León, O. G. (2007). A guide for naming research studies in psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7(3), 847-862. Consultat 8 Abril 2019, des de [http://www.aepc.es/ijchp/GNEIP07\\_es.pdf](http://www.aepc.es/ijchp/GNEIP07_es.pdf)
- Pelegri S., Lechuga, M. T., Castellanos, M.C i Elosúa, M.R. (2016). Memoria de Trabajo. Dins Bajo, M.T., Fuentes, L.J, Luipañez, J. Y Rueda, C. (Coords.), *Mente y cerebro: de la Psicología experimental a la Neurociencia cognitiva* (pp. 237-262). Madrid: Alianza Editorial. Consultat des de [https://www.researchgate.net/publication/299537154\\_Memoria\\_de\\_trabajo](https://www.researchgate.net/publication/299537154_Memoria_de_trabajo)
- Robert, C., Borella, E., Fagot, D., Lecerf, T. i De Ribaupierre, A. (2009). Working memory and inhibitory control across the life span: Intrusion error in the Reading Span Test. *Memory & Cognition*, 37(3), 336-345. Consultat 24 Gener 2019, des de <https://link.springer.com/content/pdf/10.3758%2FMC.37.3.336.pdf>
- Sánchez, J., Tabullo, A., Marro, C., Sánchez, M., Yorio, A. i Segura, E. (2009). Developmet effects on working memory and category learning in children. *Anuario de investigaciones*, 16, 307-312. Consultat 23 Gener 2019, des de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-16862009000100069&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-16862009000100069&lng=es&tlng=en)

- Sander, M., Lindenberger, U. i Werkle-Bergner M. (2012). Lifespan age differences in working memory: A two Component framework. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(9), 2007-2033. Consultat 31 Gener 2019, des de <https://app.dimensions.ai/details/publication/pub.1025133349>
- Sardinero, A. (2015). *Memoria de trabajo o memoria operativa: modelo de Alan Baddeley*. Consultat 18 de Febrer 2019, des de <http://www.rehabilitamemoria.es/memoria-de-trabajo-o-memoria-operativa-modelo-de-alan-baddeley/>
- Smith, E. i Kosslyn, S. (2008). *Procesos cognitivos: Modelos y bases neurales* (1a ed.). Madrid: Pearson Educación.
- Stone, J.M. i Towse, J.N. (2015). A Working Memory Test Battery: Java-Based Collection of Seven Working Memory Tasks. *Journal of Open Research Software*, 3(1), 1-9. Consultat 15 Desembre 2019, des de <https://openresearchsoftware.metajnl.com/articles/10.5334/jors.br/>
- Vila, J. O. (2011). *Memoria operativa, Inteligencia y Razonamiento: la necesidad de medidas contextualizadas del componente de memoria operativa a largo plazo* (Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid). Consultat des de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:Psicologia-JOvila/Documento.pdf>
- Vilardell, J. (2016). *Ètica i deontologia*. Manuscrit inèdit. Apunts procedents de UVic-UCCMoodle.
- Vuontela V., Steenari M.R., Carlson S., Koivisto J., Fjallberg M. i Aronen E.T. (2003). Audiospatial and visuospatial working memory in 6–13 year old school children. *Learning Memory*, 10, 74–81. Consultat 22 Gener 2019, des de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC196650/>
- Warner, K. i Sherry, L. (2003). *Psicologia de la edad adulta y la vejez* (5a ed.). Madrid: Pearson educación.

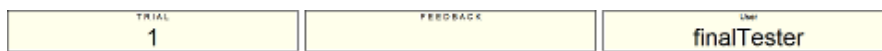
## 8. Apèndix

### A. Adaptació de les instruccions de la tasca Operation Span

#### Operation Span

#### Instruccions

La tasca que realitzaràs a continuació s'anomena Operation Span. En aquesta tasca se't mostraran números (del 1 al 99) al mig de la pantalla durant 1 segon, els quals hauràs d'intentar recordar.



64

Seguidament, per cada número mostrat, apareixerà una equació simple.

TRIAL 1	FEEDBACK	User finalTester
------------	----------	---------------------

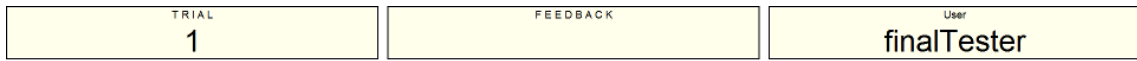
$$9+9=27$$

<input type="button" value="◀ Correct"/>	<input type="button" value="▶ False"/>
--	--

Hauràs de decidir si l'equació és correcte o incorrecte mitjançant les fletxes del teclat. Si l'equació és correcte fes clic a la fletxa esquerra. Si l'equació és incorrecte fes clic a la fletxa dreta.

**És important que intentis decidir de forma correcte la veracitat de les equacions.**

Al final de la presentació de tots els números (de 2 a 6 números per intent), hauràs d'intentar **recordar tots els números en l'ordre que han aparegut** i, introduir-los en el programa.



## Number 1:

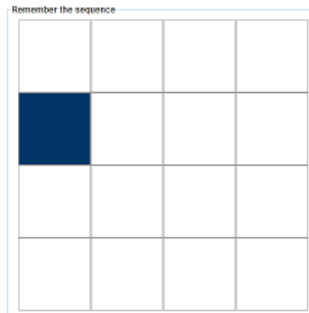
## B. Adaptació de les instruccions de la tasca Symmetry Span

### Symmetry Span

#### Instruccions

La tasca que realitzaràs a continuació s'anomena Symmetry Span. En aquesta tasca se't mostraran matrius 4x4 al centre de la pantalla amb una casella de color blau, la qual has d'intentar recordar la seva posició.

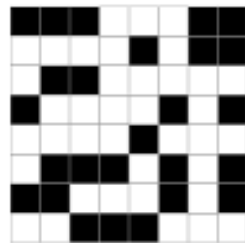
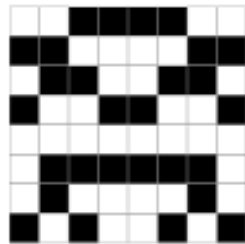
A continuació hi ha un exemple de com és la matriu i com és la casella que es torna de color blau:



Després de veure com una casella es torna de color blau, apareixerà una nova matriu al mig de la pantalla amb un patró dibuixat. Hauràs de decidir si el patró és simètric o no.

Les següents imatges mostren un exemple d'un patró simètric i d'un patró no simètric. Utilitza les fletxes del teclat en funció de si és simètric (fletxa esquerra) o no simètric (fletxa dreta).





Després d'haver mostrat totes les caselles que es tornen de color blau i decidit la simetria dels patrons, es presentarà una matriu que et permetrà registrar la teva resposta.

Simplement fes clic a les caselles **en l'ordre que s'han tornat de color blau**. Una vegada facis clic a una casella aquesta canviarà de color per indicar que l'has seleccionat.

Cal recordar que **l'intent és només correcte si les decisions simètriques són precises**.  
Ambdues parts contribueixen en la nota.

### C. Informació obtinguda de l'aplicació per a la posterior anàlisi

	A	B
1	user.name,"user.yearOfBirth","user.sex","user.osName","module.name","module.version","session.id",	
2	21:36:13.508","1","00014","129","0","module.list.comp.exec.symm_processing","0","1333 GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1","00014","130","1","module.list.comp.exec.symm_processing","0","1575 1","2019-03-30 21:31:18.901","1","0","FINISHED","0","symmetry_judgement","1","failure","2019-03-30	
3	21:31:03.145",,,,,,,,,,,,,,	
4	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1","00014","131","2","module.list.comp.exec.symm_span",,,,,,,,,,,,,,"[4, 14]","2716","2019-03-30 21:31:21.897","2","1","0","FINISHED","0","[4, 14]","[0, 5]","failure","2019-03-30 21:31:19.182","1"	
5	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
6	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
7	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
8	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
9	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
10	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
11	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
12	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
13	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
14	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
15	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
16	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
17	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	
18	GRUP4,,,"Windows 7","Symmetry Span","1","2","1","2019-03-30 21:30:41.056","2019-03-30 21:36:13.508","1"	