
La memòria de treball en pacients pediàtrics amb dany cerebral adquirit.

Màster Universitari en Rehabilitació Neuropsicològica i Estimulació Cognitiva. Edició 2018-2019

Autores:

Laura Domingo Patró

Mar Expósito Díaz

Èlia Vilageliu Jordà

Tutora:

Antonia Enseñat Cantalops

14 de Juny de 2019

ABSTRACT

The working memory, acting as a system of limited capacity, not only allows the manipulation of information, making it possible to fulfilment of activities such as problem solving, reasoning and comprehension, but also makes possible the passive storage of information in the short term. It begins its development in the prenatal phase, however, will manifest structural and metabolic changes during childhood and adolescence, not being until the decade of 20 to 30 years, when its myelination ends (Blackmore *et al.*, 2012 citat per Enseñat *et al.*, 2015).

The objective of the present work is to be able to analyze the associated alterations and the observable functional changes as a consequence of affectation in the working memory caused by acquired brain injury (ABI) in pediatric age, through a systematic review of 13 articles related to working memory in children with ABI.

The results have shown that working memory is affected when there is an acquired brain injury. This affectation generates associated deficits, both structural and/or functional, that can be found described in the body of work. The systematic review has allowed us to make a compilation of the literature written in this field until today and focus on the future search.

Finally, once the alterations produced by the DCA have been clarified, we have proposed a therapeutic plan to restore and compensate the deficits, thus improving the quality of life of the patients.

Keywords: Working memory; Acquired brain injury; Pediatric; Rehabilitation; Systematic review.

RESUM

La memòria de treball actua com un sistema de capacitat limitada, permet la manipulació de la informació i possibilita el compliment d'activitats com la solució de problemes, el raonament i la comprensió, així com l'emmagatzematge passiu de la informació a curt termini. Inicia el seu desenvolupament en la fase prenatal, tot i que manifestarà canvis estructurals i metabòlics durant l'edat infantil i l'adolescència, sent a la dècada dels 20 als 30 anys quan finalitza la seva mielinització (Blackmore et al., 2012 citat per Enseñat et al., 2015).

L'objectiu del present treball és poder analitzar quines són les alteracions associades i els canvis funcionals observables a conseqüència d'una afectació de la memòria de treball causada per un dany cerebral adquirit (DCA) en edat pediàtrica, a través d'una revisió sistemàtica de 13 articles referents a la temàtica escollida.

Els resultats han mostrat que la memòria de treball es troba afectada quan hi ha un dany cerebral adquirit. Aquesta afectació genera uns dèficits associats ja siguin estructurals i/o funcionals que es poden trobar descrits en el cos del treball. La revisió sistemàtica ens ha permès fer una recopilació de la literatura escrita en aquest àmbit fins a dia d'avui i enfocar la recerca futura.

Finalment, una vegada aclarides les alteracions produïdes pel DCA, hem plantejat una proposta de pla terapèutic per restituir i compensar els dèficits millorant així la qualitat de vida dels pacients.

Paraules clau: Memòria de treball; Dany cerebral adquirit; Pediàtric; Rehabilitació; Revisió sistemàtica.

ÍNDEX

LA MEMÒRIA	5
FUNCIONS COGNITIVES, LA MEMÒRIA	5
EL MODEL DE MEMÒRIA DE TREBALL DE BADDELEY I HITCH	6
DESENVOLUPAMENT ORDINARI CEREBRAL INFANTESA I ADOLESCÈNCIA	6
DANY CEREBRAL ADQUIRIT EN INFANTS	8
Traumatisme cranioencefàlic	8
Accidents Cerebrovasculars (ACV)	9
Infeccions cerebrals	9
OBJECTIUS	9
METODOLOGIA	10
DIAGRAMA DE FLUX	12
ANÀLISI	13
RESULTATS	14
PROPOSTA D'INTERVENCIÓ	17
CONCLUSIONS	21
LIMITACIONS	23
REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	24

FUNCIONS COGNITIVES, LA MEMÒRIA

La memòria és un procés cognitiu bàsic però a la vegada complex i heterogeni ja que actua com a base per l'adquisició d'habilitats i coneixements propis d'una persona adulta. Sense memòria no sabríem qui som ni podríem percebre'ns en una línia temporal, amb un passat, un present i un futur. Cada moment viscut seria nou, no el podríem relacionar amb un altre moment ni ens serviria com a experiència per encarar situacions futures (Tirapu, Ríos-Lago i Maestú, 2011).

La memòria des de l'enfocament del processament de la informació (àmpliament acceptat als anys setanta) assumeix que la informació procedent de l'ambient es processaria gràcies a una sèrie de sistemes de memòria sensorial, que podrien considerar-se com una espècie d'interfície entre la percepció i la memòria. Llavors la informació passaria a un sistema de memòria temporal, a curt termini, abans de ser registrada a la memòria a llarg termini. Una versió particularment influent d'aquest model va ser la proposada per Atkinson i Shiffrin (1968 citat per Baddeley, Eysenck i Anderson, 2016).

Actualment, es continua suposant l'existència dels sistemes de memòria sensorial, a curt i a llarg termini que poden subdividir-se, a la vegada, en diferents components. Però no s'està d'acord amb la idea de que hi ha només un flux d'informació procedent de l'ambient i dirigit cap a la memòria a llarg termini. Una gran quantitat de dades derivades d'investigacions suggereixen que la informació es mou seguint ambdues direccions (Baddeley et al., 2016).

La memòria sensorial: és el terme aplicat al breu emmagatzematge d'informació d'una determinada modalitat. Neisser (1967 citat per Baddeley et al., 2016), en la seva posterior interpretació d'aquesta va proposar el terme memòria icònica per designar l'inicial i el breu emmagatzematge visual. La denominació proposada per Neisser per designar el seu equivalent auditiu va ser memòria ecoica.

La memòria a curt termini: ens permet l'emmagatzematge de petites quantitats d'informació durant breus intervals de temps.

La memòria de treball: es basa en el supòsit de l'existència d'un sistema pel manteniment temporal i la manipulació d'informació, i és de gran ajuda en la realització de moltes tasques complexes (Baddeley et al., 2016).

Memòria a llarg termini: La classificació de la memòria a llarg termini proposada per Squire (1992a citat per Baddeley et al., 2016) distingeix entre **memòria explícita o declarativa**, per una banda, i **memòria implícita o no declarativa** per l'altra. La **memòria explícita** engloba situacions que requereixen emmagatzemar i recordar informació tant d'esdeveniments específics com de fets o aspectes del món. Aquesta es divideix en dues categories: **semàntica** (designa el coneixement sobre el món, més enllà del significat de les paraules i s'estén a atributs sensorials com podria ser recordar una capital d'un país) i **episòdica** (capacitat de recordar esdeveniments o episodis específics com ara recordar un viatge o un casament que has viscut).

La **memòria implícita** fa referència a situacions en les que s'ha produït algun tipus d'aprenentatge que, es reflexa més en l'execució que en records conscients com podrien ser habilitats motrius, testimonis oculars entre d'altres (Baddeley et al., 2016)

EL MODEL DE MEMÒRIA DE TREBALL DE BADDELEY I HITCH

El model de **memòria de treball** de Baddeley i Hitch (1976, citat per Coppola, Courtet i Olié, 2018) es defineix com un sistema d'emmagatzematge temporal i manipulació mental de la informació, necessari per a la realització de tasques cognitives que impliquen el raonament, la comprensió i l'aprenentatge.

Hi hauria tres components implicats, un d'ells és el **bucle fonològic**, el qual està especialitzat en mantenir seqüències d'elements acústics i relacionats amb la parla. El segon subsistema és l'**agenda visoespacial**, que realitza una funció semblant amb elements i seqüències codificades visual i/o espacialment i, el sistema, en el seu conjunt, està controlat per l'**executiu central**, un sistema atencional de capacitat limitada que selecciona i manipula material en els subsistemes, actuant com un controlador que gestiona tota l'activitat (Baddeley et al., 2016).

Segons Coppola et al. (2018) el rendiment en la memòria de treball varia d'un subjecte a l'altre. S'incrementa fins a l'edat de 15 anys a causa de la maduració de l'escorça prefrontal i de l'eficiència creixent de l'executiu central. A mesura que augmenta l'edat, el rendiment va disminuint; l'envelliment provoca un alteració en l'executiu central i en les capacitats atencionals. L'adult comença a notar diverses dificultats: per seguir una conversa, llegir, realitzar una doble tasca, reprendre una activitat després de la seva interrupció, obliats freqüents entre d'altres.

DESENVOLUPAMENT ORDINARI CEREBRAL EN LA INFANTESA I ADOLESCÈNCIA

Segons afirmacions d'Ofen (2012 citat per Enseñat, Roig, García, 2015) són diversos **factors** els que intervenen en el desenvolupament i la maduresa mnèsica:

- L'evolució de les estratègies de codificació depenents de la maduresa de l'escorça prefrontal.
- El desenvolupament del procés mnèsic associat a la maduresa del lòbul temporal medial.
- L'increment del coneixement general que necessàriament millora l'habilitat per memoritzar.
- El desenvolupament de les funcions cognitives bàsiques com la velocitat de processament de la informació, l'atenció o la capacitat de memòria de treball.
- El desenvolupament de les funcions cognitives complexes com la capacitat de resolució de problemes o la meta-memòria.

La memòria de treball té un paper molt important en la memòria procedimental ja que aquest tipus d'aprenentatge es caracteritza per requerir d'una memòria automatitzada, on es veu reduïda la implicació del control cognitiu, però abans de convertir-se en una memòria implícita, primer requereixen d'una fase més explícita,

on seran necessaris recursos cognitius com la memòria de treball (Enseñat et al., 2015).

També es troba estretament relacionada amb el desenvolupament de les funcions executives, tant les anomenades *cold executive functions*, relacionades amb la subdivisió dorsolateral de l'escorça prefrontal, com serien les habilitats cognitives necessàries per planificar, establir objectius, organitzar, inhibir, monitoritzar la conducta, com per les anomenades *hot executive functions*, relacionades amb les regions orbitofrontals y ventromedials, com serien la capacitat empàtica, la regulació emocional, prendre decisions amb component afectiu o la teoria de la ment (Anderson, 2008 citat per Enseñat et al., 2015).

Aquest desenvolupament de l'escorça prefrontal comença a la fase prenatal i durant l'edat infantil i adolescència anirà patint canvis estructurals i metabòlics fins arribar a la dècada dels 20 als 30 anys, moment en que finalitzarà la seva mielinització i aconseguirà la maduresa evolutiva (Blakemore et al., 2012 citat per Enseñat et al., 2015).

No obstant, tant el control atencional com la memòria de treball es considera que presenten una maduresa primerenca, mentre que aquelles habilitats més complexes com la planificació i la capacitat d'organització, no són adquirides fins l'adolescència o l'edat adulta (Enseñat et al., 2015).

De fet, l'èxit en la realització de tasques que impliquen flexibilitat cognitiva està estretament vinculat amb l'adquisició de la capacitat d'inhibició i el desenvolupament de la memòria de treball. En nens de 3 anys ja es pot observar la capacitat de classificar ítems en dues categories cognitives diferents, tot i que no serà fins als set anys quan començaran a manifestar la capacitat per realitzar tasques més complexes.

En els nens de 6 mesos es pot començar a observar la capacitat de memòria de treball, tot i que es manifestarà un desenvolupament important al voltant dels 11, 15 i 19 anys.

Als 5 anys, els nens comencen a tenir la capacitat per establir plans i estratègies, però dependrà en part de la capacitat de memòria de treball que presentin, i per tant, també de la seva capacitat d'inhibició i flexibilitat cognitiva.

Als 12, 15 i 19 anys ja es podrà observar un increment considerable de la seva capacitat (Enseñat et al., 2015).

En referència a les *hot executive functions*, la seva capacitat afectiva, s'observa que entre els 9 i 12 mesos ja mostren expectatives sobre les seves accions i sobre les preferències dels altres, tot i que no serà fins al voltant dels 18 mesos quan comencin a entendre les intencions dels altres.

Als 2 anys, l'infant ja és capaç d'entendre els desitjos, les emocions i les relacions, i als 3 i 5 anys ja comença a ser capaç d'entendre els estats mentals, les accions d'ell mateix i les dels altres, les falses creences i els enganys; habilitat que coneixem com la Teoria de la Ment (ToM).

I tot i que a aquesta edat ja són capaços d'entendre els estats mentals, no serà fins més endavant, al voltant dels 7 anys, quan adquireixin l'habilitat de comprendre els estats mentals conflictius, com experimentar dues emocions contràries al mateix moment (Enseñat et al., 2015).

Durant els anys posteriors adquiriran la capacitat de comprendre metàfores, conductes inapropiades i/o inadequades i les decepcions socials (Enseñat et al., 2015).

Hem pogut veure, per tant, de quina manera influeix el correcte desenvolupament de la memòria de treball durant totes les etapes de creixement de l'infant, fent possible un avanç en la seva maduresa cognitiva i en el desenvolupament de les diferents funcions cognitives.

DCA EN INFANTS

El dany cerebral adquirit pediàtric provoca una interrupció en el desenvolupament ordinari de l'infant, tant en l'adquisició de capacitats i aprenentatges, com importants repercussions en l'àmbit familiar i en l'adaptació social (Laatsch et al., 2007 citat per Enseñat et al., 2015).

S'estima que durant els últims anys, un 90% del dany cerebral adquirit es deu a causes externes al nen (majoritàriament a un traumatisme cranioencefàlic), mentre que un 10% és degut a causes internes com un accident cerebral vascular (ACV), tumors, infeccions, alguns tipus d'epilèpsies, etc. (Enseñat et al., 2015).

Traumatisme cranioencefàlic

Molt sovint, al principi de la lesió ocasionada per un TCE, els dèficits neuropsicològics quasi no són apreciables. Amb el pas dels anys comencen a ser evidents els problemes derivats del mateix. Fins i tot, alguns autors denominen el TCE en la edat infantil com "l'epidèmia silenciosa".

Enseñat et al. (2015) afirmen que el TCE (el qual es classifica com lleu, moderat o greu) es podria definir com una lesió al cervell ocasionada per una força externa, un cop o una ferida al cap que provoca una alteració o pèrdua de consciència. Pot provocar **lesions primàries** (es produeixen al moment de l'impacte) o **secundàries** (produïdes a posteriori de la lesió, com a conseqüència de complicacions).

També ens trobem amb **lesions focals**, que provoquen alteracions específiques pròpies de l'àrea on s'ha produït la lesió (majoritàriament destaquen els lòbuls frontals i temporals) i les **lesions difuses**, les quals solen produir-se pels mecanismes d'acceleració-desacceleració que provoquen lesions a la substància blanca subcortical y parasagital de l'escorça, el mesencèfal i el cos callós (Enseñat et al., 2015).

El període d'amnèsia postraumàtica serà un indicador de pronòstic respecte a la recuperació de les funcions superiors de l'infant. Aquest període abasta des de la pèrdua de consciència fins que el nen és capaç de fixar nova informació.

L'estimació de nous casos anuals de TCE infantil greu a Espanya és de 6.000; l'equivalent a un de cada 20 casos atesos a urgències hospitalàries.

Segons Anderson et al. (1997) les causes més comunes de TCE durant l'edat preescolar són les caigudes i els atropellaments (nens amb més activitat i absència de consciència de perill), mentre que a l'edat adolescent o nens més grans

acostumen a ser els accidents esportius i els atropellaments (citats per Enseñat et al., 2015).

La recuperació d'un TCE moderat o greu és més lenta que en el cas d'un TCE lleu, sent les alteracions més freqüents en l'atenció, el llenguatge, la memòria (de les més comunes junt amb l'aprenentatge) i les funcions executives. Tot i que també acostumen a presentar alteracions emocionals i conductuals, sense oblidar de la gran afectació que provoca a nivell familiar, social i escolar. Aquest últim ens permet veure les repercussions d'un TCE, donat que solen provocar un dèficit en la capacitat de codificar i evocar nova informació, interferint no només en l'àmbit escolar del nen sinó també en les seves habilitats socials (Enseñat et al., 2015).

A més, una de les seqüeles més freqüents després d'un TCE, són els problemes de velocitat de processament de la informació, els quals tenen un efecte en l'adquisició de la nova informació, sobretot a la memòria de treball (Wilson, 2003 citat per Enseñat et al., 2015).

Accidents Cerebrovasculars (ACV)

Els ACV provoquen lesions focals amb repercussions concretes segons la regió cerebral afectada i segons l'edat del nen.

Classificació dels ACV:

- Arterial isquèmic
- Hemorràgic
- Trombosis venosa
- Sins venosos

Generalment el percentatge de casos d'ACV en edat infantil acostuma a ser baixa, tot i que està considerat com una de les 10 causes més freqüents de mortalitat infantil (O'Keefe et al., 2014 citat per Enseñat et al., 2015).

Infeccions cerebrals

Tot i que el TCE és la principal causa del dany cerebral adquirit en nens, també hi ha virus que envaeixen el sistema nerviós central (SNC), els quals poden provocar fins i tot infeccions intrauterines (toxoplasmosis, rubèola). Les infeccions cerebrals més comunes són la meningitis i l'encefalitis (Enseñat et al., 2015).

OBJECTIUS

Com hem esmentat anteriorment, la memòria de treball és una funció amb una capacitat limitada, depenent de l'edat i amb capacitat per emmagatzemar, controlar i manipular informació (Baddeley et al., 2016). La memòria de treball és important perquè media el desenvolupament de moltes habilitats cognitives i acadèmiques complexes com ara llegir i escriure, comprensió auditiva del llenguatge, aritmètica i activitats adaptatives que imposen càrregues de memòria que s'han de mantenir i actualitzar (Levin et al., 2004).

El mecanisme neuronal de la memòria de treball sembla implicar la modulació dopaminèrgica i les millores en la capacitat d'aquesta estan relacionades amb la maduració del lòbul frontal (Levin et al., 2004).

Això ens indica que és una funció cognitiva imprescindible pel bon desenvolupament del nen en l'edat pediàtrica.

Fins a dia d'avui sabem que quan es produeix una lesió cerebral adquirida el funcionament queda alterat. Però l'**objectiu** d'aquesta revisió sistemàtica és anar una mica més enllà i poder veure amb més concreció quins canvis funcionals i estructurals es produeixen en la memòria de treball quan hi ha un DCA. A més poder desvetllar com una afectació en la memòria de treball genera altres dèficits associats.

Per últim i una vegada revisada la literatura existent sobre aquest àmbit, plantejarem una possible proposta d'intervenció/pla terapèutic.

METODOLOGIA

Previ a l'inici de la cerca, va tenir lloc una trobada entre els membres del grup per establir les guies inicials de la investigació. D'aquesta reunió van sorgir decisions fonamentals sobre la base de dades especialitzades que es consultarien, les estratègies de cerca d'articles i els principals criteris d'inclusió i d'exclusió que serien aplicats.

La revisió de la literatura es va fer a partir de dues bases de dades diferents: Pubmed i PsycInfo. L'elecció de PsycInfo era pràcticament obligada al tractar-se d'una base de dades especialitzada en publicacions referents al camp de la Psicologia. L'altre font es va escollir perquè és àmplia i hi havia la possibilitat que inclogués alguna publicació que no estigués a PsycInfo.

Es va establir un conjunt de paraules clau que havien d'incloure's en tota cerca i es va elaborar un esquema de consulta combinant els termes clau a través de diferents conjuncions (i.e: I o O). Aquesta esquema pot consultar-se en el quadre 1. No es va marcar cap interval de temps ja que el nombre d'articles publicats sense acotar els anys era adequat i no massa extens.

Quadre 1. Esquema de cerca.

```
((working memory[Title]) AND (children[Title] OR adolescents[Title] OR youth[Title] OR child[Title])) AND (acquired brain injury[Title] OR traumatic brain injury[Title] OR head injury[Title] OR stroke[Title] OR cva[Title])
```

Respecte als **criteris d'inclusió** dels articles, es van proposar els següents:

1. Que el tema central de l'article fos la memòria de treball i el dany cerebral adquirit. Per això en l'esquema de cerca es va marcar que els termes claus es trobessin en el títol de l'article.
2. Que l'article estigués escrit en espanyol o en anglès. Que els articles fossin d'accés obert o que les autores tinguéssim accés a través dels convenis de les universitats.
3. Que la mostra es trobés en edat pediàtrica.

La majoria de criteris d'inclusió ja marcaven quins serien els criteris a partir dels quals es rebutjarien determinats treballs:

1. Treballs trobats en la cerca que no es relacionessin amb el tema d'investigació que ens ocupa (ex: memòria de treball i dany cerebral adquirit)
2. Articles escrits en altres idiomes que no fossin en espanyol o en anglès, o als que no es va poder accedir.
3. Que la mostra no es trobés en edat pediàtrica.
4. Descartar revisions sistemàtiques o metaanàlisis o tesis.

D'acord amb tota la informació presentada, es va procedir a la realització de la cerca. Per assegurar que es realitzava el procediment amb objectivitat, els tres membres que constituïm el grup de treball, de forma independent (amb l'esquema de cerca establert en la fase prèvia) vam realitzar la cerca en la base de dades Pubmed i PsycInfo. El nombre d'articles trobats en cada base de dades va ser congruent entre totes. Tanmateix, totes les components vam realitzar, també de forma independent, l'avaluació dels articles en base als criteris d'inclusió i exclusió proposats. La majoria de documents es van poder descartar consultant l'*abstract*, mentre que pocs van requerir la consulta de la informació dins de l'article. Els resultats contrastats entre totes van ser concordants en les fonts cercades.

El lector interessat pot consultar els resultats de la cerca en la Taula 2.

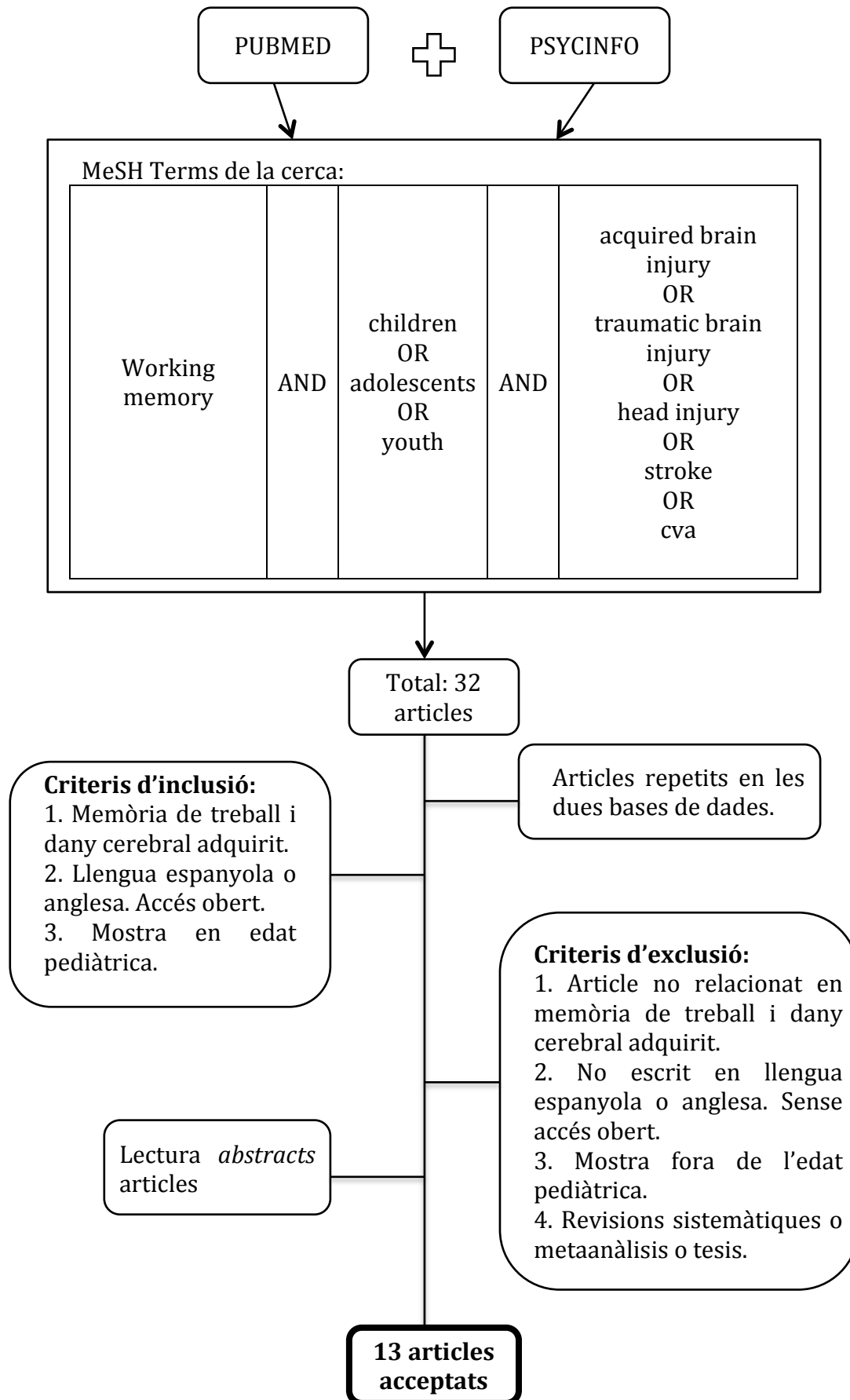
Taula 2. Resultats de la cerca d'articles.		
Bases de dades	Nombre d'articles	
PsycInfo	Total	16
	Acceptats	12
	Rebutjats	4
Pubmed	Total	16
	Acceptats	13
	Rebutjats	3

Els tres articles rebutjats de la base de dades de PsycInfo complien els criteris d'exclusió proposats, un d'ells es va excloure perquè era una revisió sistemàtica (criteri 4), l'altre perquè era una tesi (criteri 4) i l'últim perquè el tema central de l'article era un dany cerebral congènit (criteri 1).

Els dos articles rebutjats de la base de dades de Pubmed complien els criteris d'exclusió proposats, un d'ells es va excloure perquè era una revisió sistemàtica (criteri 4) i l'altre perquè el tema central de l'article era un dany cerebral congènit (criteri 1).

Un article, va ser exclòs de les dues bases de dades perquè era el mateix que havia estat publicat anteriorment. 12 treballs estaven presents en ambdues bases de dades, mentre que Pubmed incloïa 1 article que PsycInfo no va reportar en la cerca realitzada. Així doncs, després de tot el procés, només 13 articles van complir els criteris d'inclusió i van ser acceptats en l'estudi.

DIAGRAMA DE FLUX



ANÀLISI

A continuació, es realitza una anàlisi descriptiu de les dades rellevants dels articles. Si el lector està interessat en una anàlisi exhaustiva de cadascun dels articles, pot consultar les taules adjuntes a l'Annex.

Pel que fa al disseny (tipus d'estudi), 3 dels 13 articles són longitudinals i observacionals, 2 són longitudinals i experimentals i la resta d'estudis són transversals i observacionals; per tant, la major part dels articles d'aquesta cerca bibliogràfica ens donen informació sobre la mostra en un sol moment temporal. És per aquesta raó que, a la discussió, la majoria dels estudis transversals comenten que seria interessant continuar avaluant als participants de l'estudi per tal de veure com evolucionen al llarg dels anys. Tots els articles excepte 2 són observacionals això indica que no hi ha manipulació de variables per part de l'investigador.

La mostra utilitzada en la majoria dels articles és petita, excepte en dos d'ells que és gran ($n > 60$). Aquest és un fet important ja que un estudi amb una mostra petita és més complicat explorar i extrapolar determinades variables al conjunt de la població estudiada, és a dir, s'ha d'anar amb precaució a l'hora de generalitzar els resultats.

Pel que fa al grup control, en tots els articles hi és present excepte en 4. El grup control consta de persones de la mateixa condició sociodemogràfica, econòmica, de lateralitat, de gènere i/o edat que no ha patit cap dany neurològic. En 4 dels estudis no hi ha hagut grup control ja que l'estudi observacional s'ha realitzat comparant variables entre participants de la mateixa mostra, havent-ne identificat dos (moderat i sever) o tres subgrups (lleu, moderat i sever) segons la gravetat de la lesió.

Les mesures utilitzades en els diferents estudis han estat molt variades ja que cadascun d'ells té línies d'investigació diferents i es centren en aspectes molt diversos. Per aquest motiu se'ns fa difícil realitzar una anàlisi conjunta. De totes maneres, les mesures més comunes han estat la Glasgow Coma Scale (GCS) per avaluar la gravetat de la lesió dins la mostra, la Resonància Magnètica per Imatge (RMI) per conèixer l'estat del còrtex cerebral i la seva activació i la N-back task, la qual permet avaluar la memòria de treball.

Pel que fa a la lesió que han patit els pacients de la mostra, tots els articles tracten sobre traumatismes cranioencefàlics (TCE) a excepció d'un, que estudia casos d'infants que han patit un ictus.

RESULTATS

A continuació es descriuran els resultats que hem extret dels articles i per una major comprensió els descriurem per funcions cognitives.

Memòria de treball i comprensió

Moran i Gillon (2005) no troben diferències en la comprensió de textos senzills mentre que en els textos més complexos on hi ha la presència d'inferències (enteses com informació implícita dins el text) el grup de nens que ha patit un TCE presenta pitjors resultats que el grup control. D'aquests resultats es pot extreure que els nens amb TCE no presenten un dèficit general en la comprensió de les inferències sinó que aquest es produeix quan hi ha un augment de les demandes d'emmagatzematge i processament.

No van trobar diferències significatives entre el grup control i el grup de nens amb TCE en termes de capacitat de memòria de treball.

També relacionat amb aquest estudi trobem el de Moran, Nippolt i Gillon (2006) que avalua la comprensió de proverbis, és a dir el llenguatge figuratiu. Els resultats van mostrar que hi havia una diferència significativa entre els adolescents amb TCE i els que tenien un desenvolupament típic en la seva comprensió general dels proverbis amb baixa familiaritat. Això indica que una capacitat de memòria de treball reduïda restringiria la comprensió del llenguatge figuratiu, especialment quan les expressions figuratives no són molt familiars. Aquests resultats s'expliquen per la correlació significativa entre la memòria de treball i la comprensió de proverbis tan abstractes com concrets.

Memòria de treball i funció executiva

Proctor et al. (2000) van manifestar que el grup amb pacients amb un traumatisme cranioencefàlic tancat de gravetat lleu, moderada i severa presentaven un rendiment més baix en els subtests de funció executiva que demanaven un rendiment més alt en comparació al grup de nens que havien patit un traumatisme cranioencefàlic tancat amb lesió inferior a lleu és a dir límit (grup control).

El rendiment en les proves de memòria de treball també va ser inferior per part del grup amb traumatisme cranial tancat (lleuger/moderat/sever) respecte el grup control.

Per tant els resultats indiquen una relació entre la funció executiva i la memòria de treball.

Levin, Hanten, Chang et al. (2002) segueixen la línia de Proctor et al. (2000) ja que observen que els nens amb una mitjana de 5 anys després de patir un TCE moderat o sever tenen problemes en la detecció de "*targets*" i falses alarmes en tasques semàntiques i fonològiques N-back. Es va observar que la càrrega de memòria i l'edat estaven relacionades amb la detecció de *targets* i falses alarmes en ambdues tasques; mentre que la gravetat de la lesió va afectar la correcta detecció de "*targets*" en la tasca semàntica i en falses alarmes en la tasca fonològica. La gravetat també va interactuar amb la càrrega de memòria (s'observaren falses alarmes en la tasca fonològica). Per tant la lesió cerebral traumàtica provoca una disminució de la memòria de treball i una disminució de la inhibició en els nens.

Memòria de treball i memòria prospectiva

Phillips et al. (2018) conclouen que la memòria prospectiva basada en el temps es veu afectada després d'un TCE pediàtric (moderat – sever), independentment del nivell de demanda de memòria de treball. Aquests resultats indiquen que els nens i adolescents amb TCE poden estar en risc de no realitzar futures intencions en el moment adequat en la vida diària, especialment per aquells que tenen dèficits en el funcionament de l'executiu central.

Memòria de treball i gravetat de la lesió

Proctor et al. (2000) amb els seus resultats indiquen que hi ha una relació entre la gravetat de les lesions i el rendiment de les proves. Per tant corroboren la hipòtesi que els pacients amb lesions més severes experimenten majors dèficits en un funcionament cognitiu superior.

Memòria de treball i Teoria de la Ment (ToM)

Segons Dennis et al. (2009) la relació entre la inhibició cognitiva i la ToM implica un sol camí mediat, de manera que la inhibició cognitiva prediu la ToM a través de la memòria de treball. Les lesions frontals van tenir un impacte directe en la memòria de treball. Els camins directes entre la lesió frontal i la ToM no són significatius per tant l'expressió de la ToM en nens en edat escolar amb TCE no és específica del domini, sinó que depèn de les funcions generals del domini de la memòria de treball i la inhibició cognitiva.

Memòria de treball i estructures cerebrals

Krivitzky et al. (2011) afirma que els nens que tenien un desenvolupament típic respecte als nens amb un TCE moderat van mostrar una major activació prefrontal en resposta a una major càrrega de memòria de treball en les tasques de control executiu.

Newsome et al. (2008) han pogut concretar que els nens que han patit un TCE en comparació amb el grup control tenien una activació cerebral més extensa durant la codificació i recuperació. Durant la codificació, els nens amb TCE van tenir una major activació en l'escorça prefrontal dorsolateral (BA 9) i ventrolateral (BA 44, 45, 47) també es van activar de manera més extensa les àrees motores suplementàries, el lòbul paracentral i la insula a més de l'escorça visual (BA 17 i 18). Això posa en relleu que durant el procés de codificació en nens amb TCE de moderat a greu, hi ha un reclutament extensiu d'àrees associades a altres processos de la memòria de treball per tal de compensar els menors recursos neuronals disponibles.

També observen que els adolescents amb desenvolupament típic van mostrar un augment més gran de l'activació frontal i parietal amb la tasca de càrrega elevada en comparació amb la tasca de càrrega baixa en relació al manteniment que el grup amb TCE. Els pacients amb TCE van mostrar un augment més gran de l'activació durant la càrrega elevada en comparació amb la càrrega baixa en la codificació i recuperació respecte al grup control. Els resultats suggereixen que la capacitat d'assignar diferencialment els recursos neuronals segons la càrrega de memòria és alterada en nens amb TCE per al subcomponent de manteniment de la memòria de treball.

Wilde et al. (2011) en el seu estudi van poder comprovar com el grup amb TCE va mostrar volums de regió cerebral més reduïts que el grup control que tenia una

distribució similar en edat i sexe. De la mateixa manera es va observar un aprimament cortical en nens amb TCE dins de les regions conegudes com vulnerables al TCE, en particular a les regions frontals i temporals. Això indica que les regions cerebrals identificades a la xarxa executiva frontal van resultar danyades en els nens amb TCE. Aquests resultats donen suport a la hipòtesis que els dèficits de memòria de treball en pacients amb TCE són més conseqüència de les connexions de matèria blanca danyades que no pas de l'atròfia cortical.

Cazalis et al. (2011) en una comparació transversal entre els infants amb TCE i el grup control van observar que amb tasques de memòria de treball espacial, els nens amb TCE mostraven temps de reacció més llargs i una precisió de resposta més baixa. Les imatges cerebrals suggerien una possible dissociació: l'activitat de l'escorça cingulada anterior del grup amb TCE però no del grup control estava associada a la dificultat de la tasca. Mentre que l'activitat de l'escorça sensoriomotora esquerra del grup control, però no del grup amb TCE, es correlacionava amb la dificultat de la tasca.

En l'estudi longitudinal es va avaluar en diferents moments pacients amb TCE de moderat a sever mitjançant ressonància magnètica funcional i la tasca de memòria de treball espacial. Van comprovar que el comportament dels pacients va millorar amb el temps suggerint una recuperació cognitiva. Les imatges de la ressonància magnètica funcional van indicar que, passat el període de 12 mesos, els pacients amb TCE van reclutar menys l'escorça cingulada anterior i més l'escorça sensoriomotora esquerra en resposta a l'augment de la dificultat de la tasca.

Evolució de la memòria de treball després d'un TCE

Levin, Hanten, Zhang et al. (2004) en el seu estudi van observar que tots els pacients, independentment de l'edat o de la gravetat del TCE, van mostrar inicialment una millora de la memòria de treball (durant el primer any després de la lesió). En segon lloc, el rendiment de la memòria de treball es va deteriorar entre els 12 i els 24 mesos en nens que van patir un TCE sever, mentre que aquest patró no es va trobar en pacients amb un TCE lleu o moderat, que van continuar mostrant una millora de la memòria de treball. El mecanisme neurològic d'aquesta disminució de la memòria de treball entre els 12 i 24 mesos després de la lesió, no es va poder identificar.

Proves per avaluar la memòria de treball

Levin, Hanten, Chang et al. (2002) donen suport a la sensibilitat d'una tasca visual N-Back de memòria de treball per avaluar els efectes a llarg termini del TCE sever o nens amb lesions cerebrals en una mitjana d'uns 5 anys després de la lesió.

Proctor et al. (2000) conclouen que la prova Pro-Ex (mesura el funcionament diari) és una bona eina per avaluar les funcions executives mentre que la tasca de reconeixement de memòria no era un bon instrument per avaluar la memòria de treball. D'aquesta manera es valora positivament avaluar la funció executiva a través del funcionament del pacient en el seu dia a dia així com la participació de la família durant l'avaluació de la prova.

Krivitzky et al. (2011) posen en relleu que les tasques de control executiu són una bona mesura de la memòria de treball.

Memòria de treball i rehabilitació

Phillips et al. (2016) van detallar que els nens que havien patit un traumatisme cranioencefàlic moderat o sever i van tenir un entrenament de la memòria de treball amb el Cogmed van demostrar guanys significativament majors en tasques de la memòria de treball que implicaven l'agenda visoespacial, però no l'executiu central ni el bucle fonològic. No es va observar cap guany en proves d'atenció. L'entrenament en Cogmed va mostrar majors guanys en algunes de les habilitats acadèmiques (lectura, però no matemàtiques). D'aquesta manera es pot concloure que amb l'entrenament amb el Cogmed es produeix una transferència propera i llunyana a la memòria de treball i a les habilitats acadèmiques, respectivament.

Eve et al. (2016) van voler investigar l'eficàcia i la viabilitat del programa d'intervenció *Cogmed WM Training* per la població infantil que havia patit un ictus isquèmic. El seguiment longitudinal va mostrar que els participants tenien dificultats cognitives significatives i persistents especialment en inhibició de l'atenció i la resposta. Després de la intervenció informàtica la memòria de treball relacionada amb el bucle fonològic va millorar significativament, però aquesta millora no es va mantenir després de 12 mesos. Tampoc es van observar millores addicionals, per tant els resultats no donen suport actualment a Cogmed com a intervenció efectiva per als nens que han patit un ictus isquèmic.

PROPOSTA D'INTERVENCIÓ

La importància de la Rehabilitació Neuropsicològica infantil

Al llarg del present treball, hem pogut comprovar de quin manera el dany cerebral pediàtric pot interferir en el correcte desenvolupament cerebral del nen, posant en risc l'adquisició de noves habilitats pròpies de l'edat de l'infant.

L'objectiu del procés de rehabilitació neuropsicològica segons Enseñat et al. (2011) és permetre als nens reduir tant els dèficits cognitius, conductuals i emocionals com l'impacte que aquests suposen a la vida quotidiana del nen i de les seves famílies (Citat per Enseñat et al., 2015).

Contribuir a la millora de la seva qualitat de vida pensant que aquesta no seria possible sense la col·laboració de la família i del seu entorn social.

Per tal de poder elaborar els objectius del tractament i el pla d'intervenció de rehabilitació, primer haurem de realitzar una completa avaluació neuropsicològica que ens permetrà identificar i quantificar aquests dèficits cognitius, així com conèixer les capacitats preservades del nen.

Serà necessari administrar, a més, qüestionaris a pares i professors per obtenir una avaluació de la conducta, el funcionament en les activitats de la vida diària del nen i les seves habilitats socials. Informació que resultarà de gran utilitat per completar el pla d'intervenció, ja que, en alguns casos, els resultats que s'obtenen de l'avaluació estandarditzada no corresponen amb el seu funcionament real del seu dia a dia. Considerarem la rehabilitació neuropsicològica infantil establerta en el marc del model biopsicosocial definit per l'Organització Mundial de la Salut (OMS) (Enseñat et al., 2015).

A l'hora d'establir el pla d'intervenció, haurem de tenir en consideració, que aquest podrà ser multidisciplinar, en funció de les necessitats de cada cas individual, per tant podria resultar necessari incloure la intervenció d'altres professionals com metges, fisioterapeutes, terapeutes ocupacionals, psicòlegs, logopedes, professors d'educació especial, treballadors socials, neuropsicòlegs, així com els propis familiars del nen. Tots ells, treballaran conjuntament amb un mateix objectiu: ajudar a la recuperació del nen, treballant amb ell (i la seva família) en la restauració, compensació o substitució dels dèficits cognitius, a més d'abordar els problemes conductuals, emocionals i socials que poden sorgir (Prigatano i Gupta, 2006 citat per Enseñat et al., 2015).

Segons Enseñat et al. (2015) Podem diferenciar tres fases en el procés de recuperació:

- Intervenció a la fase inicial (coma i estat de mínima consciència), mitjançant l'estimulació sensorial regulada.
- Intervenció a la segona fase, amb l'objectiu d'incrementar el nivell atencional, millorar la comunicació, facilitar la recuperació de les alteracions conductuals i cognitives, per tal de preparar el nen per la incorporació al seu entorn una vegada li assignin l'alta hospitalària.
- Intervenció a la tercera fase, on s'incorporarà el nen al seu entorn familiar i escolar. En aquesta fase, serà necessari incloure l'escola en el procés rehabilitador.

Principis que sustenten la rehabilitació neuropsicològica (Sholberg i Mateer, 2001 citat per Enseñat et al., 2015):

1. Utilitzar un model de tractament basat en teories i conceptes experimentals.
2. Fer ús d'activitats terapèutiques que estiguin jeràrquicament organitzades (de més senzilles a més complexes).
3. Proporcionar al nen suficient entrenament per repetició, potenciant la correcta interiorització de l'aprenentatge.
4. Les decisions del tractament han d'estar basades en els progressos del nen.
5. Des del principi del tractament facilitar de forma activa la generalització a les activitats de la vida diària.
6. Ser flexible en l'adaptació dels objectius del tractament.

Models d'intervenció neuropsicològica

Segons Anderson (2003 citat a Enseñat et al., 2015), els punts que haurien d'integrar la rehabilitació neuropsicològica serien els següents:

- **Restauració de la funció.**

L'objectiu de la restauració de la funció (enfocament basat en el dèficit), és restaurar la disfunció cognitiva que presenta el nen, mitjançant l'ús d'exercicis concrets (tant exercicis amb paper i llapis com programes informàtics). Es pretén aconseguir una major estimulació dels processos cognitius, un millor processament i un augment del seu rendiment. És el model d'intervenció més utilitzat en la rehabilitació neuropsicològica.

És necessari ressaltar, que tot i que es tracta d'un model molt eficaç a la rehabilitació de l'atenció, no s'han obtingut els mateixos resultats en quant a la rehabilitació de la memòria o les funcions executives.

Dins de la restauració de la funció, inclouríem en el pla d'intervenció proposat, el programa de rehabilitació cognitiva Guttman NeuroPersonal Trainer (GNPT), orientat a treballar (tant en el propi centre en fase d'ingrés hospitalari o ambulatori, com en el propi domicili del nen) diferents funcions cognitives com: el llenguatge, l'atenció, la memòria i la funció executiva.

Mitjançant el programa GNPT, es permet un aprenentatge més atractiu i motivador per al nen, una major flexibilitat en la seva administració, l'obtenció de feedback immediat, poder consultar els resultats obtinguts, etc.

L'aplicació del GNPT sempre ha de ser supervisada per un professional acreditat.

- **Adaptació funcional**

L'objectiu de l'adaptació funcional és dotar el nen d'estratègies i/o alternatives que l'ajudin a compensar els dèficits cognitius que presenta, millorant la seva capacitat cognitiva i per tant disminuint l'impacte funcional que produeixen aquests dèficits.

Alguns exemples podrien ser: l'ús de calendaris, alarmes, diaris, llistes, etc.

Donat que les zones no danyades participen en la recuperació de les àrees afectades, la finalitat serà reduir la participació dels processos cognitius que s'han vist alterats oferint al nen estratègies externes que minimitzin aquest impacte funcional.

- **Modificació de l'entorn**

Entenem l'adaptació del nen en l'entorn físic amb la finalitat de millorar la seva funcionalitat. Com per exemple, es podria elaborar l'adaptació curricular, reduir el soroll ambiental, entre d'altres.

Serà necessari portar a terme la modificació de l'entorn tant al seu àmbit familiar com l'escolar.

- **Intervenció en la família**

La participació de la família serà una peça clau durant el procés rehabilitador però no haurem d'ignorar que són nombrosos els familiars que pateixen estrès després d'un dany cerebral.

Aquesta situació pot causar interferències en la dinàmica familiar, per tant, serà fonamental incorporar dins el nostre pla d'intervenció, un sistema d'ajuda a les famílies durant tot el procés de recuperació del nen.

Podem destacar dues situacions amb un alt component emocional que pateixen les famílies:

- El moment de l'alta hospitalària.
- Els estadis més avançats de la readaptació del nen al seu entorn escolar.

Seguint les estratègies clíniques proposades per Sholberg i Maater (2001 citat per Enseñat et al., 2015), el sistema d'ajuda a les famílies/cuidadors, incorporarà els següents punts:

1. Proporcionar informació sobre el dany cerebral i els seus efectes.
2. Ensenyar-los estratègies per dirigir la conducta.
3. Ensenyar-los estratègies per reduir l'ansietat i l'estrès.
4. Derivar-los a seguir un tractament psicològic en cas que fos necessari.

5. Facilitar informació sobre associacions lligades a pacients amb dany cerebral.

De la mateixa manera que oferim psicoeducació a les famílies/cuidadors respecte el dany cerebral, serà fonamental també, psicoeducar als nens amb dany cerebral per tal de reduir els problemes conductuals i d'estrès que pot provocar el fet de no entendre que està succeint ni el motiu de tants canvis en la seva vida quotidiana.

• **Intervenció a l'escola**

Serà imprescindible el contacte periòdic entre l'escola i el neuropsicòleg per tal de que aquest últim pugui facilitar-los les pautes d'intervenció a seguir amb el nen amb dany cerebral amb l'objectiu d'aconseguir el major rendiment en el seu procés d'aprenentatge.

Per això, és probable que sigui necessari (segons cada cas en particular), l'adaptació curricular al moment de la reincorporació del nen a l'escola. Adaptació que pot ser necessària tan sols durant un determinat període de temps o durant tota l'etapa escolar del nen.

No hem d'ignorar que aquesta situació pot resultar especialment estressant pel nen ja que reincorporar-se al seu àmbit escolar es tradueix a haver d'enfrontar-se a nous aprenentatges, haver de dedicar més atenció, haver de retenir més informació, haver d'autocontrolar-se, entre d'altres. Aquestes intervencions en els programes educatius tenen l'objectiu de poder accelerar aquest procés.

• **Intervencions conductuals i emocionals.**

Un altre factor a tenir en consideració per l'elaboració del pla d'intervenció és l'esfera emocional i conductual que pot presentar el nen amb dany cerebral, que es pot traduir en: impulsivitat, ansietat, depressió, baixa autoestima, frustració, aïllament social...

Per tant, s'inclourà un programa de modificació de la conducta que proporcioni pautes per ensenyar, incrementar o instaurar comportaments desitjables/adaptats a l'entorn, així com per reduir/restringir/eliminar conductes disruptives observables en el nen.

Per poder treballar-ho, Enseñat et al. (2011) proposen l'ús de les següents estratègies (segons l'objectiu que es desitgi aconseguir) (Citat per Enseñat et al., 2015):

- Tècniques per ensenyar o implantar una conducta.
- Tècniques per mantenir o incrementar conductes.
- Tècniques per disminuir, reduir, restringir o eliminar conductes problemàtiques.

A més de l'aplicació de tècniques cognitives com ara: les autoinstruccions, autoavaluacions del comportament i l'entrenament en resolució de problemes.

Un altre factor a incloure dins del pla d'intervenció (en cas que sigui necessari), serà un programa de sessions de neuropsicoteràpia on el nen pugui abordar la desregulació emocional.

Sholberg i Mateer (2001), Slomine (2007), Dawson i Guare (2009) proposen **pautes per millorar el funcionament executiu** (Citat per Enseñat et al., 2015).

- Estructurar les rutines de l'entorn (familiar, escolar).

- Definir els objectius i fites a aconseguir.
- Ajudar a buscar alternatives a les solucions.
- Facilitar diferents solucions per una mateixa tasca, per poder comptar amb més recursos.
- Simplificar i realitzar tasques més curtes.
- Ajudar al nen a simplificar les tasques i estimar el temps necessari per a realitzar-les.
- Escollir la versió menys complexa d'una activitat (pautes concretes).
- Utilitzar els horaris que ajudin a organitzar el temps.
- Dividir les tasques en diferents components i explicar-los.
- Totes les tasques han de tenir un principi i un final.
- Supervisar el nen durant tota la tasca i anar disminuint progressivament la supervisió.

Sholberg i Mateer (2001), Slomine (2007), Dawson i Guare (2009) també proposen **pautes per millorar el funcionament de la memòria de treball** (Citat per Enseñat et al., 2015).

- Crear una llista de tasques a realitzar i fer-ne referència amb freqüència.
- Escriure les directrius de les tasques que requereixen seqüenciació.
- Revisar regularment l'execució durant tasques llargues.
- Implementar mecanismes d'organització per aconseguir l'autonomia.
- Utilitzar diàriament i revisar la informació emmagatzemada o memoritzada.

CONCLUSIONS

Una vegada realitzada la revisió sistemàtica, hem conclòs que:

La memòria de treball es veu afectada quan es produeix un dany cerebral adquirit en edat pediàtrica i això comporta un seguit de dèficits associats:

- * Problemes en resoldre les inferències quan les demandes d'emmagatzematge i processament augmenten.
- * Problemes en la comprensió del llenguatge figuratiu, en concret, en proverbis de baixa familiaritat.
- * Rendiment menor en tasques que avaluen funció executiva i memòria de treball a més d'una disminució de la inhibició.
- * Temps de reacció més llargs i una precisió de resposta més baixa en tasques de memòria de treball espacial.
- * La memòria prospectiva basada en el temps es veu afectada podent portar problemes en realitzar futurs propòsits en la vida diària.
- * L'expressió de la ToM en nens en edat escolar amb TCE depèn de la memòria de treball i la inhibició cognitiva.
- * Tots els pacients amb TCE milloren inicialment el rendiment en la memòria de treball però els que han patit un TCE sever al cap de 12, 24 mesos el rendiment disminueix.

A dia d'avui també es dibuixen els dèficits estructurals produïts després d'una lesió cerebral adquirida. A continuació els citem:

- * Aprimament cortical en les regions frontals i temporals.

- * Pacients amb TCE de moderat a sever activen més l'escorça cingulada anterior (associada a la dificultat), al contrari que el grup control que activa més l'escorça sensoriomotora. Aquests canvis passats 12 mesos es van revertint.
- * Els nens amb un TCE moderat mostren una menor activació prefrontal en resposta a una major càrrega de memòria de treball en les tasques de control executiu.
- * Lesions més severes experimenten majors dèficits en el funcionament cognitiu superior.
- * Durant el procés de codificació els nens amb TCE activen més àrees per compensar els menors recursos neuronals disponibles. També tenen problemes en assignar els recursos neuronals segons la càrrega de memòria.

Malgrat aquests problemes associats al dany cerebral adquirit, recentment s'està investigant per poder rehabilitar les funcions afectades i fer que els pacients puguin tenir un adaptació funcional en la seva vida diària. Seguidament les esmentem:

- * L'entrenament amb el Cogmed millora el rendiment en tasques de l'agenda visoespacial i en habilitats acadèmiques com la lectura en nens que han patit un TCE moderat o sever. No hi ha evidència que sigui una intervenció efectiva en nens que han patit un ictus isquèmic.
- * L'avaluació de les funcions executives a través de proves que valorin el funcionament diari del pacient és efectiva.
- * Les tasques de control executiu són una bona mesura de memòria de treball igualment que la tasca visual N-back.

Cal remarcar que aquestes conclusions que hem extret dels diferents estudis revisats, no es poden generalitzar, ja que hi ha pocs articles que explorin cadascuna de les àrees; per tant no podem contrastar o rebutjar els resultats amb altres articles.

Respecte a l'elaboració del pla d'intervenció, serà fonamental disposar, prèviament, d'una avaluació neuropsicològica completa per tal d'identificar tant els dèficits cognitius com les capacitats cognitives preservades del nen amb dany cerebral. Així com treballar conjuntament amb un equip multidisciplinari on s'inclourà la família, la qual tindrà un paper fonamental durant tot el procés rehabilitador.

Serà necessari, a més, un contacte periòdic entre el neuropsicòleg i l'escola per tal de comunicar les pautes que haurà d'incorporar durant el procés d'aprenentatge del nen. Un pla d'intervenció basat en la restauració de la funció, l'adaptació funcional, la modificació de l'entorn, la intervenció en la família i a l'escola. Intervencions conductuals i emocionals seran peces clau per ajudar a reduir l'impacte que suposa un dany cerebral a la vida quotidiana tant del nen com de les seves famílies.

No obstant això, serà necessari que la rehabilitació sigui concebuda com un seguiment ja que el pla terapèutic haurà de ser adaptat i modificat en funció de l'evolució i les necessitats del pacient.

LIMITACIONS

Finalment, és important remarcar que, encara que el nostre estudi pretenia ser una revisió sistemàtica de la memòria de treball en pacients pediàtrics amb dany cerebral adquirit, presenta importants limitacions que no poden passar per alt. Una d'elles és que el nombre d'articles (i.e.: la nostra mostra de treball) no és suficientment gran com per assegurar la generalització de les conclusions. Per solucionar-ho convindria buscar en més bases de dades i utilitzar un repertori més ampli de paraules clau.

Malgrat que en una propera revisió sistemàtica solucionéssim aquestes mancances, cal remarcar que la literatura centrada en el tema de la nostra investigació és escassa i molt general. El mateix passa, en la rehabilitació infantil. Per tant seria molt bo que la investigació científica en aquest àmbit continués per tal d'avançar en les tècniques rehabilitadores i que els dèficits no passessin desapercibuts sinó que es treballassin per tenir una bona adaptació funcional.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Baddeley, A., Eysenck, M. W. i Anderson M. C. (2016). *Memoria* (Trad. G. Togato) Madrid: Alianza Editorial (Obra original publicada el 2009).
- Cazalis, F., Babikian, T., Giza, C., Copeland, S. i Hovda, D. (2011). Pivotal role of anterior cingulate cortex in working memory after traumatic brain injury in youth. *Frontiers in Neurology* 1(158), 1-10.
- Coppola, F., Courtet, P. i Olié, E. (2018). Profil neuropsychologique et mémoire de travail dans le trouble bipolaire. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 63(5), 314-321.
- Dennis, M., Agostino, A., Roncadin, C. i Levin, H. (2009). Theory of mind depends on domain-general executive functions of working memory and cognitive inhibition in children with traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 31(7), 835-847.
- Enseñat, A., Roig, T. i García, A. (2015). *Neuropsicología pediátrica*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Eve, M., O'Keeffe, F., Jhuty, S., Ganesan, V., Brown., G. i Murphy, T. (2016). Computerized working-memory training for children following arterial ischemic stroke: A pilot study with long-term follow-up.
- Krivitzky, L., Roebuck-Spencer, T., Roth, R., Blackstone, K., Johnson, C. i Gioia, G. (2011). Functional magnetic resonance imaging of working memory and response inhibition in children with mild traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society* 17, 1143-1152.
- Levin, H., Hanten, G., Chang, C., Zhang, L., Schachar, R., Ewing-Cobbs, L. i Max, J. (2002). Working memory after traumatic brain injury. *Ann Neurol* 52(82), 82-88.
- Levin, H., Hanten, G., Zhang, L., Dennis, M., Barnes, M., Schachar, R., ... Hunter, J. (2004). Changes in working memory after traumatic brain injury in children. *Neuropsychology* 18(2), 240-247.
- Moran, C. i Gillon, G. (2005). Inference comprehension of adolescents with traumatic brain injury: a working memory hypothesis. *Brain Injury* 19(10) 743-751.
- Moran, C., Nippold, M. i Gillon, G. (2006). Working memory and proverb comprehension in adolescents with traumatic brain injury: A preliminary investigation. *Brain Injury* 20(4), 417-423.
- Newsome, M., Scheibel, R., Troyanskaya, M., Hanten, G., Lin, X., Vasquez, C., ... Levin, H. (2008). Effects of traumatic brain injury on working memory – related brain activation in adolescents. *Neuropsychology*. 4(22), 419-425.

- Phillips, N., Mandalis, M., Benson, S., Parry, I., Epps, A., Morrow, A. i Lah, Sunica. (2016). Computerized working memory training for children with moderate to severe traumatic brain injury: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Journal of Neurotrauma*, 33, 2097-2104.
- Phillips, N., Mandalis, M., Benson, S., Parry, I., Epps, A., Shum, D. ... Lah, S. (2018). Time based prospective memory in children and adolescents with traumatic brain injury: impact of working memory demands. *Neuropsychology*, 32(5), 575-585.
- Proctor, A., Wilson, B., Sanchez, C. i Wesley. (2009). Executive function and verbal working memory in adolescents with closed head injury (CHI). *Brain Injury*, 14(7), 633- 647.
- Tirapu, J., Ríos-Lago, M. i Maestú, F. (2011). *Manual de Neuropsicología*. Barcelona: Viguera Ediciones, S.L.
- Wilde, E., Newsome, M., Bigler, E., Pertab., Merkley, T., Hanten, G., ... Levin, H. (2011). Brain imaging correlates of verbal working memory in children following traumàtic brain injury. *International Journal of Psychophysiology* 82, 86-96.