

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

Grado en Psicología



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE

Trabajo de Fin de Grado

**LA INFLUENCIA DEL INSOMNIO EN LA
CONSOLIDACIÓN DE LA MEMORIA**

Autora: Susana Ferrero Janeczko

Tutor: Antonio Manuel Díez Álamo

Salamanca, Junio 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que he redactado el trabajo “La influencia del insomnio en la consolidación de la memoria” para la asignatura de Trabajo Fin de Grado en el curso académico 2023/2024 de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes bibliográficas citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes indicadas, textualmente o conforme a su sentido.

En Salamanca, a 8 de junio de 2024

Fdo: Susana Ferrero Janeczko

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	1
1.2	MARCO TEÓRICO	2
1.2.1	MEMORIA	2
1.2.2	CONSOLIDACIÓN DURANTE EL SUEÑO	3
1.2.3	EL INSOMNIO Y SUS EFECTOS SOBRE LA COGNICIÓN Y LA MEMORIA	5
1.3	OBJETIVOS	6
2	METODOLOGÍA.....	6
2.1	MATERIALES.....	6
2.2	PROCEDIMIENTO	7
2.2.1	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	7
2.2.2	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y DE EXCLUSIÓN	7
2.2.3	SELECCIÓN DE ESTUDIOS	8
2.3	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	10
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
3.1	RESULTADOS	10
3.1.1	ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN.....	11
3.1.2	ESTUDIOS DE REVISIÓN	13
3.2	DISCUSIÓN	15
4	CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS.....	20
4.1	CONCLUSIONES	20
4.2	PROSPECTIVA.....	21
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
6	ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de selección de los artículos.....9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características principales de los estudios.....11

RESUMEN

Introducción: El insomnio es un trastorno que implica dificultad para conciliar el sueño o mantenerlo. Además de perturbar la calidad del sueño, también incluye alteraciones en procesos cognitivos superiores como la memoria, la atención y funciones ejecutivas. **Objetivos:** La finalidad de esta revisión es analizar en qué medida la consolidación de la memoria se encuentra alterada debido al insomnio, comprendiendo así mejor la relación entre la memoria y el sueño. **Método:** Se han seleccionado 10 artículos (6 investigaciones empíricas y 4 revisiones) a partir de una búsqueda en bases de datos científicas. **Resultados:** El análisis de los artículos muestra una clara alteración de la memoria declarativa en el insomnio, mientras que la evidencia para la memoria procedimental muestra resultados mixtos. Este déficit en la consolidación de la memoria ocurre al reducirse el tiempo total de sueño o alterarse su arquitectura. En cuanto a esta última, las fases del sueño con mayor implicación en la consolidación de la memoria son el sueño profundo o de ondas lentas, responsable de la estabilización de los trazos mnésicos, y el sueño REM, encargado de reorganizar estos trazos en los circuitos neurales.

Palabras clave: consolidación, memoria, insomnio, adultos.

ABSTRACT

Introduction: Insomnia is a disorder that involves difficulty falling asleep or maintaining sleep. In addition to disturbing sleep quality, it also includes disturbances in higher cognitive processes such as memory, attention and executive functions. **Objectives:** The aim of this review is to analyse the extent to which nocturnal memory consolidation is impaired due to insomnia, thus understanding the relationship between memory and sleep. **Method:** 10 articles (6 empirical investigations and 4 reviews) were selected from a search of scientific databases. **Results:** The analysis of the articles shows a clear impairment of declarative memory in insomnia, while the evidence for procedural memory shows mixed results. This deficit in memory consolidation occurs when total sleep time is reduced or its architecture is altered. As for the latter, the sleep phases most involved in memory consolidation are deep or slow-wave sleep, responsible for stabilising memory traces, and REM sleep, responsible for reorganising these traces in neural circuits.

Keywords: consolidation, memory, insomnia, adults.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El sueño es un proceso fisiológico esencial para la salud del ser humano, influyendo en el desarrollo cognitivo, la memoria, y otros mecanismos fisiológicos como la regulación hormonal (Fonseca et al., 2020). Sin embargo, a pesar de su importancia, existe una tendencia global hacia la reducción del tiempo total de sueño en la población (Carrillo-Mora et al., 2013) debido, entre otros motivos, al insomnio. El insomnio es el trastorno del sueño que se da con más frecuencia en el mundo, estimándose en España una prevalencia del 30% y siendo responsable del deterioro de la calidad de vida de quienes lo sufren (Vega-Escañó et al., 2020). Las implicaciones del insomnio van más allá de la dificultad para iniciar el sueño y mantenerlo, viéndose que la privación del sueño altera procesos cognitivos superiores, como la memoria episódica, la memoria de trabajo y procesos atencionales, tales como el tiempo de reacción de elección, el procesamiento de la información y la atención selectiva (Fortier-Brochu et al., 2012).

Revisiones anteriores sobre la relación del sueño y la memoria ponen en evidencia los efectos perjudiciales de la mala calidad del sueño o la privación del mismo en los procesos de aprendizaje y memoria (Newbury et al., 2021). Por el contrario, una adecuada higiene del sueño se ha asociado con mejoras en estos procesos (de Bruin et al., 2017; Leong et al., 2019). Además, se ha constatado que la consolidación de la memoria se encuentra relacionada con una adecuada duración del sueño, el sueño profundo y la continuidad del mismo (Dahat et al., 2023), y que el sueño también mejora la memoria emocional (Lipinska et al., 2019). Además, algunos metaanálisis respaldan la idea de que el deterioro cognitivo puede asociarse a patrones de sueño irregulares (Naismith y Mowszowski, 2018; Shi et al., 2018). Estos estudios destacan la importancia del sueño en el campo de la neuropsicología y la psicología cognitiva, especialmente en lo que respecta a los procesos de memoria.

La presente revisión bibliográfica trata de sintetizar los datos disponibles sobre las implicaciones negativas del insomnio en la memoria, con el propósito de mejorar la comprensión de cómo la alteración del sueño influye en la consolidación de la información en la memoria. De este modo, se pretende contribuir al desarrollo

de tratamientos e intervenciones para personas afectadas por trastornos del sueño.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Memoria

La memoria es un proceso psicológico fundamental, encargado de la codificación, almacenamiento y recuperación de la información. Es esencial para la adaptación del individuo al medio, ya que permite utilizar el aprendizaje de experiencias pasadas para anticiparse al futuro (Ballesteros, 1999). Aunque normalmente se hable de memoria en singular, múltiples estudios identifican la existencia de diferentes estructuras o sistemas de memoria (Atkinson y Shiffrin, 1968; Baddeley y Hitch, 1974; Craik y Lockhart, 1972; Schacter, 1996; Tulving y Schacter, 1990).

Desde 1968, con el Modelo Multialmacén de Atkinson y Shiffrin, ya se diferenciaba entre la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo. En cuanto a la forma de recuperación de la información en la memoria a largo plazo, podríamos diferenciar la memoria no declarativa o implícita, basada en una recuperación no intencional de la información mediante la ejecución de tareas, que sería lo que conocemos como memoria procedimental, y la memoria declarativa o explícita, consistente en la recuperación intencional del recuerdo. Dentro de la memoria declarativa, podemos distinguir la memoria episódica, referente al conocimiento de experiencias o acontecimientos específicos que han ocurrido en nuestro entorno, y la memoria semántica, que abarca información sobre hechos y conceptos generales relacionados con el mundo, lo que conocemos como conocimiento enciclopédico (Carrillo-Mora, 2010).

Una vez hechas estas distinciones, podemos plantearnos la siguiente pregunta: ¿cómo deja su huella la información retenida a corto plazo para conseguir un almacenamiento a largo plazo? Este proceso, en el que se fija la información de forma duradera en la memoria, es lo que denominamos consolidación.

1.2.2 Consolidación durante el sueño

Como describiremos a continuación, la consolidación es un proceso que depende en gran medida del sueño. En numerosas ocasiones hemos decidido pasar la noche en vela preparándonos para ese examen que tanto nos está costando memorizar, en vez de dormir y dejar que nuestro cerebro juegue su última carta. El papel del sueño en la memoria juega en la categoría de pesos pesados cuando se trata de la consolidación, siendo el sueño el agente principal de selección de la información, permitiendo que los contenidos pertinentes se integren en las redes neuronales sin comprometer los recuerdos anteriores, y debilitando las conexiones desadaptativas.

Durante el sueño, el cerebro pasa por diferentes estados fisiológicos, lo que determina su división en diferentes tipos y fases. De forma global, el sueño ocurre en ciclos de 90 minutos en adultos, en los que se suceden de manera periódica el sueño NREM (non-rapid eye movement) y el sueño REM (rapid eye movement) (Carrillo-Mora et al., 2013; Sarrais y de Castro Manglano, 2007; Spencer, 2013). Aproximadamente, el sueño NREM duraría entre 70 y 100 minutos, para pasar seguidamente al sueño REM, de entre 5 y 30 minutos de duración (Carrillo-Mora et al., 2013). En el sueño REM la actividad cerebral es muy alta, siendo difícil distinguirla de la actividad en vigilia en el EEG, por lo que también se le llama sueño paradójico (Spencer, 2013). Por otro lado, el sueño NREM se divide en 4 fases, cada una progresivamente más profunda (Sarrais y de Castro Manglano, 2007). Estas serían el sueño ligero, compuesto por la fase I o de adormecimiento y la fase II, caracterizada por la aparición de los husos del sueño y los complejos K. Las fases III y IV serían lo que conocemos como sueño profundo o sueño de ondas lentas (SOL). En general, la proporción de sueño total en la que ocurre la fase I sería un 5%, la fase II un 50%, el sueño de ondas lentas un 20%, y el sueño REM, un 25% (Carrillo-Mora et al., 2013; Spencer, 2013).

La consolidación de la memoria es dependiente de dos mecanismos complementarios: la consolidación sináptica y la consolidación sistémica. El primero se realiza en las horas posteriores al aprendizaje y es responsable de la formación y estabilización de los trazos mnésicos (Tononi y Cirelli, 2003, 2006, 2012). El segundo abarca días o semanas, y permite la reorganización cerebral en los circuitos neurales (Díaz et al., 2019). En este proceso la huella mnésica se

estabiliza en el hipocampo, para independizarse del mismo con el tiempo (Bonilla et al., 2021).

El primer mecanismo que tiene lugar, el de la homeostasis sináptica, permite la eficiencia energética cerebral (Tononi y Cirelli, 2006), ya que garantiza que la fuerza sináptica total permanezca en equilibrio. Para ello, ocurren una serie de cambios moleculares y celulares, asociados a un aumento o disminución de la eficacia de las sinapsis, lo que contribuye a la plasticidad cerebral (Vyazovskiy et al., 2008). Estos cambios persistentes en los circuitos neuronales se dan a través de los procesos de potencialización neuronal a largo plazo y de depresión o downscaling (Siddoway et al., 2014), esenciales en la consolidación sináptica. Durante la vigilia, existe una actividad neuronal más intensa, ya que almacenamos información nueva mediante la potencialización a largo plazo de la fuerza sináptica (Tononi y Cirelli, 2012). Esta actividad reduce las reservas de espacio y energía disponibles en el cerebro y, por tanto, nuestra capacidad para desarrollar nuevos aprendizajes. De manera complementaria, durante el sueño de ondas lentas se produce el proceso de downscaling, que reduce la fuerza sináptica a un nivel global más bajo, permitiendo recuperar espacio y energía. Esto también permite la eliminación de sinapsis más débiles, conservando las conexiones estables, de modo que se favorece el proceso de consolidación (Tononi y Cirelli, 2003, 2006). Mediante este proceso, la función del sueño es disminuir la actividad sináptica a un nivel sostenible en términos de energía, aprovechar eficazmente el espacio cerebral y fomentar el aprendizaje y la memoria (Tononi y Cirelli, 2006).

Como hemos mencionado anteriormente, el segundo mecanismo es el de la consolidación sistémica. Este procedimiento implica la reorganización de los circuitos neurales y de áreas del SNC dedicadas al procesamiento y almacenamiento de la información, requiriendo más tiempo que el primer mecanismo (Díaz et al., 2019). Para definir este fenómeno, describiremos uno de los modelos con mayor evidencia a la hora de explicar la consolidación (Feliciano-Ramos et al., 2023; Girardeau y Lopes-Dos-Santos, 2021; Huelin Gorriz et al., 2023; Orlando et al., 2023): el Modelo Estándar de la Consolidación en dos Etapas (Buzsáki, 1989).

A principios del siglo XX, los trabajos de Müller y Pilzecker (1900) (citado en Dewar et al., 2007), al igual que los de Jenkins y Dallenbach (1924), ya

corroboraban que el recuerdo de la información aprendida es mejor tras un período de descanso. A finales de este siglo, el Modelo Estándar de la Consolidación en dos Etapas (Buzsáki, 1989) para la memoria declarativa propuso que, durante la vigilia, la información se codifica en dos estructuras cerebrales diferenciadas: el hipocampo y el neocórtex. En el proceso de consolidación sistémica, el hipocampo almacena la información temporalmente y permite un aprendizaje rápido, mientras que el neocórtex permite un aprendizaje más lento, pero a largo plazo. La transición de la información desde el hipocampo hacia el neocórtex se produce durante el sueño profundo, gracias al acoplamiento de las ondas lentas con los husos del sueño y los complejos de ondas agudas hipocampales, que reactivan los trazos mnésicos y refuerzan las conexiones corticales (Bonilla et al., 2021). Posteriormente, durante el sueño REM, se produce una desconexión entre el hipocampo y el neocórtex, haciendo que la información almacenada en el neocórtex se consolide. Ya que ambas estructuras, tanto el hipocampo como el neocórtex, se utilizan también para codificar información, la reactivación y redistribución de recuerdos al almacén a largo plazo tiene lugar durante el sueño, cuando no hay demandas de codificación (Born y Wilhelm, 2012). De este modo, el sueño profundo y el sueño REM contribuyen al aprendizaje y a la memoria a largo plazo, consolidando la información.

El sueño de ondas lentas también cumpliría una función de limpieza celular, ya que en esta fase del sueño se produce un aumento del espacio intersticial, permitiendo que el líquido cefalorraquídeo elimine desechos producidos por la actividad metabólica celular, tales como los beta-amiloides (Krolak-Salmon et al., 2008). La falta de SOL en edad adulta podría relacionarse con el deterioro cognitivo y el desarrollo de enfermedad de Alzheimer debido a la acumulación de beta-amiloides (Kim et al., 2023).

1.2.3 El insomnio y sus efectos sobre la cognición y la memoria

El insomnio es un trastorno del sueño caracterizado por dificultades para conciliar el sueño o para mantenerlo, de manera que afecta a la calidad y cantidad de este. La falta de sueño se traduce en una serie de síntomas durante el día que incluyen cansancio, somnolencia diurna e irritabilidad (Rueda Sánchez et al., 2008). Estos síntomas repercuten de forma negativa en la actividad familiar, laboral y social de quienes padecen insomnio, deteriorando notablemente su

calidad de vida (Sarrais y de Castro Manglano, 2007). Asimismo, se ha observado que este trastorno del sueño conlleva repercusiones negativas en la cognición.

Así, la privación de sueño aumenta los fallos en la ejecución de tareas, lo que puede tener graves consecuencias en situaciones críticas para la seguridad (Grundgeiger et al., 2014). Además, la privación del sueño tiene también efectos negativos sobre la atención (Bocca y Denise, 2006; Chee et al., 2010), la toma de decisiones (Aidman et al., 2019; Mao et al., 2023) o el humor (Saddoud et al., 2023). En privaciones de sueño prolongadas, pueden darse incluso alteraciones visuales, auditivas, psicomotrices y desorganización del pensamiento (Mullington, 2007; Spencer, 2013). Los efectos perjudiciales de la privación del sueño sobre la memoria, tanto antes como después de la codificación del material aprendido (Newbury et al., 2021), se han visto respaldados por numerosos estudios, que han revelado el deterioro de la función del hipocampo en la memoria espacial en ratas (Jiang et al., 2009; Prince et al., 2014) o en la memoria asociativa en humanos (Ashton et al., 2020), entre otras cuestiones.

En esta revisión bibliográfica, se analizarán en detalle los efectos de la privación del sueño asociada al insomnio sobre la consolidación de la memoria.

1.3 OBJETIVOS

El objetivo principal de esta revisión bibliográfica se centra en analizar en qué medida el proceso de consolidación de la memoria se ve alterado durante episodios de insomnio, contribuyendo a la comprensión de la relación existente entre el sueño y la memoria.

2 METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES

El material utilizado para la realización de esta revisión bibliográfica ha sido un total de 10 artículos seleccionados de bases de datos científicas en función de los criterios de inclusión y exclusión que se especifican más adelante. De ellos, 6 son artículos de investigación empírica y 4 son artículos de revisión.

2.2 PROCEDIMIENTO

2.2.1 Estrategia de búsqueda

La búsqueda de información se ha realizado mediante el proveedor de bases de datos de EBSCO, seleccionando las bases de APA PsycInfo, Psychology and Behavioral Sciences Collection, PSICODOC, Academic Search Complete y Medline.

Los términos seleccionados para la búsqueda fueron “*insomnia*” y “*memory consolidation*”, buscando ambos en el resumen o abstract de los documentos y uniéndolos mediante el operador lógico “AND”. Además, se añadieron diferentes descriptores en referencia a los criterios de exclusión del estudio, que se indican en el apartado siguiente. La cadena de búsqueda resultante fue: *AB insomnia AND AB memory consolidation NOT AB (treatment or intervention or therapy or rehabilitation) NOT AB (ptsd or post traumatic stress disorder) NOT AB fear NOT AB schizophrenia*. Se aplicaron los filtros de tipo de fuente e idiomas, reduciendo la búsqueda exclusivamente a publicaciones académicas (artículos de revisión y estudios empíricos) que estuvieran escritas en inglés o español.

Se repitió la búsqueda con los términos en castellano, siendo la cadena de búsqueda *AB insomnio AND AB consolidación de la memoria NOT AB tratamientos e intervenciones NOT AB trastorno por estrés postraumático NOT AB miedo NOT AB esquizofrenia*.

2.2.2 Criterios de inclusión y de exclusión

Criterios de inclusión:

- Publicaciones académicas: artículos de revisión e investigaciones empíricas.
- Estudios que investiguen la relación entre el insomnio y la memoria.
- Estudios realizados en población humana adulta.
- Estudios publicados en inglés o español.
- Estudios que evalúen las funciones cognitivas en el insomnio mediante pruebas neuropsicológicas específicas.

Criterios de exclusión:

- Artículos centrados en el efecto de tratamientos o terapias psicológicas o psicofarmacológicas para el insomnio o la rehabilitación de la memoria.
- Estudios centrados en la falta de sueño debido a la reacción de miedo o al trastorno de estrés postraumático.
- Estudios que investiguen la estructura del sueño en población clínica de trastornos psicóticos o trastornos del estado de ánimo.
- Estudio del sueño en población con daño cerebral producido por lesiones.

2.2.3 Selección de estudios

Para realizar la búsqueda se ha seguido el procedimiento recomendado por la Declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses) (Page et al., 2021). En la Figura 1 se puede observar el proceso llevado a cabo para la selección de los artículos, que se describe a continuación.

La búsqueda en inglés realizada desde EBSCO dio con un total de 54 resultados, mientras que la búsqueda en español arrojó únicamente 2 resultados. De entre ellos, 20 corresponden a Medline, 19 a Academic Search Complete, 14 a APA PsycInfo, 2 a Psychology and Behavioral Sciences Collection y 3 a PSICODOC.

Como se ha mencionado anteriormente, en las búsquedas se incluyeron términos de cribado relacionados con los criterios de exclusión, con el objetivo de descartar aquellas publicaciones centradas en los tratamientos o terapias para el insomnio, así como investigaciones realizadas con población clínica con esquizofrenia, o que estudiaran el insomnio debido al miedo o al trastorno de estrés postraumático.

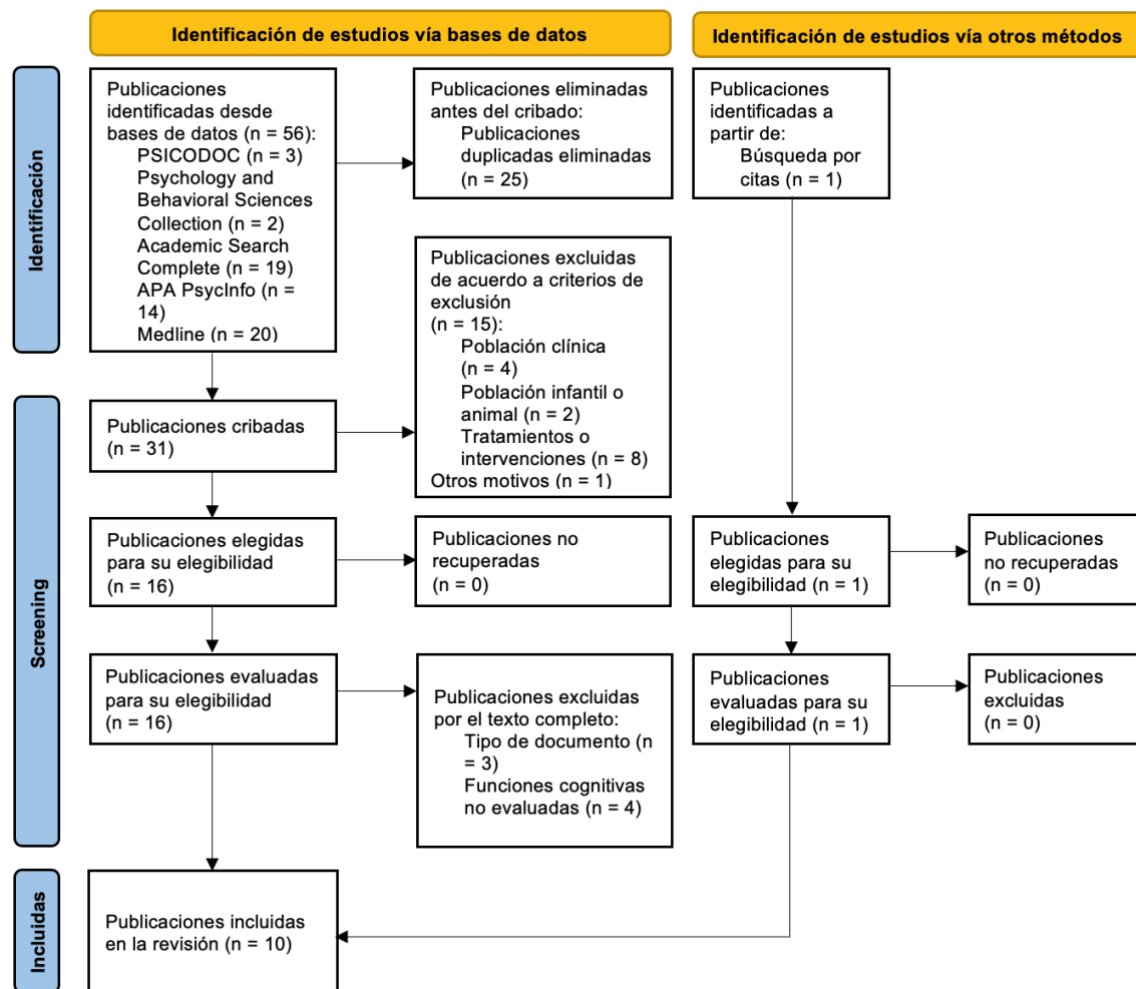
De entre las 56 publicaciones se descartaron 25 documentos duplicados, reduciéndose los resultados a 31 publicaciones.

El siguiente paso fue realizar un cribado de los artículos mediante la lectura del título y el resumen. Aquellos que no cumplían los criterios de elegibilidad se descartaron. En base a los criterios de exclusión se descartaron 4 artículos por estudiar población clínica: 2 de ellos estaban centrados en población con daño cerebral producido por lesiones y 2 en personas con trastornos del estado de

ánimo. Asimismo, se excluyeron 8 publicaciones basadas en el efecto de tratamientos o terapias: 5 publicaciones centradas en el tratamiento farmacológico del insomnio y otras 3 centradas en el efecto de intervenciones terapéuticas para el insomnio o la rehabilitación de la memoria. También se descartaron 2 estudios en base a la población estudiada, ya que la muestra del primero era animal y la del segundo infantil. Además, se descartó un documento cuyo contenido incorporaba únicamente resúmenes de otros artículos. Tras realizar este cribado nos encontramos con un total de 16 publicaciones.

Figura 1

Diagrama de flujo de selección de los artículos



Con la lectura del texto completo se observó que 3 de las publicaciones no se correspondían con el tipo de documento requerido, ya que una era un abstract y 2 de ellas editoriales. Sin embargo, al leer una de las editoriales se vio pertinente incluir un artículo citado en el texto, ya que se considera que su contenido es

relevante para este estudio y cumple con los criterios de inclusión. Por otro lado, se excluyeron 4 artículos al leer el texto completo, dado que no evaluaban las funciones cognitivas, tales como la memoria, mediante pruebas neuropsicológicas, o bien, no se especificaba qué pruebas se habían utilizado. Esto nos lleva a un total de 10 artículos para su posterior análisis.

2.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de la información se ha realizado una lectura detallada de los documentos, de modo que se han podido extraer los aspectos principales, reflejados en la Tabla 1. Se han categorizado las publicaciones según el tipo de documento, separando los estudios empíricos de las revisiones bibliográficas, y se ha procedido a analizar los artículos prestando atención a diferentes cuestiones. Entre ellas, el tipo de memoria evaluada y las pruebas utilizadas para ello, la forma en la que se mide el sueño y otras mediciones recogidas, como puede ser el cortisol, o la evaluación de otras funciones cognitivas.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos tras el análisis de los 10 documentos incluidos en esta revisión.

En la Tabla 1 podemos observar las características principales de los estudios, clasificando estos en artículos de revisión e investigaciones empíricas, y describiendo la muestra de estos últimos, separada en la mayoría de las investigaciones en 2 grupos: control e insomnio primario. La investigación de Goerke et al. (2013) utilizó sujetos sanos en sus estudios y separó la muestra en función de si hubo o no una disminución del sueño total y un aumento en la latencia de sueño durante la primera noche en el laboratorio, considerando esta falta de sueño como insomnio. Se consideró al resto de los sujetos como controles. Por otro lado, Valera et al. (2016) separaron la muestra según el PTSQ (*Pittsburgh Sleep Quality Index*), un cuestionario subjetivo de calidad del sueño, en el que se consideraron sujetos insomnes a las personas con puntuaciones iguales o mayores a 8, y sujetos controles a las personas con puntuaciones menores a esta cifra. En cuanto al género de las muestras, el estudio de Goerke et al. (2013) cuenta solo con varones, mientras que en el estudio de Valera et al. (2016) se especifica que

de los 24 participantes, 8 eran mujeres. En el estudio de Backhaus et al. (2006) encontramos 8 hombres y 8 mujeres con insomnio primario, y 5 hombres y 8 mujeres entre los sujetos controles. En las demás investigaciones no se encuentra especificado el género de la muestra. Las edades de los participantes sólo se especifican en 3 estudios, siendo todos ellos adultos jóvenes, comprendidos entre los 18 y los 39 años.

Tabla 1

Características principales de los estudios

Autores y año	Tipo de estudio	Muestra
Backhaus et al., 2006	Investigación empírica	N=29 n=16 IP; n=13 C
Cellini et al., 2014	Investigación empírica	N=26 (20-28 años) n=13 IP; n=13 C
Cellini, 2017	Revisión	-
Goerke et al., 2013	Investigación empírica	N=27 sujetos sanos (18-39 años) 2 grupos: sin efecto de la primera noche y con efecto de la primera noche (insomnes)
Medrano-Martínez and Ramos-Platon, 2016	Revisión	-
Neubauer, 2009	Revisión	-
Nissen et al., 2006	Investigación empírica	N=14 n=7 IP; n=7 C
Nissen et al., 2011	Investigación empírica	N=86 n=33 IP; n=53 C
Roth et al., 2001	Revisión	-
Valera et al., 2016	Investigación empírica	N=24 (M=21.2 años) n=10 I; 14= C (según puntuaciones PSQI)

Nota. IP: Insomnio Primario; C: Control.

3.1.1 Estudios de investigación empírica

En los estudios de investigación empírica (reflejados en el Anexo I), el procedimiento habitualmente seguido por los autores ha sido realizar una sesión de aprendizaje antes de dormir, para comprobar cómo ha afectado el sueño en la consolidación de la memoria, por lo que la sesión de evaluación, o de recuperación

de la información aprendida, se realiza al despertarse los sujetos por la mañana. Nissen et al. (2011), procedieron de igual manera, aunque añadiendo la condición de vigilia, para poder comparar el rendimiento de los sujetos durante el día y después de haber dormido.

Las tareas utilizadas se han centrado en la evaluación de la memoria declarativa mediante tareas de asociación por pares de palabras (APP) (Backhaus et al., 2006; Goerke et al., 2013), una tarea de orientación virtual (Valera et al., 2016) y una tarea de aprendizaje verbal y visual basada en memorizar un patrón lineal en un mapa e información sobre la construcción de un edificio en texto (Nissen et al., 2011). La memoria procedimental se ha evaluado mediante las tareas *mirror tracing task* (MTT) (Backhaus et al., 2006; Nissen et al., 2006, 2011), en la que los sujetos deben trazar el dibujo de una figura según la imagen reflejada en un espejo, y *finger tapping task* (FTT) (Cellini et al., 2014), en la que deben tocar una secuencia de 5 dígitos lo más rápido posible.

La forma de medir el sueño ha sido variada entre los diferentes estudios. Backhaus et al. (2006) utilizaron EEG durante el sueño, mientras que en los estudios de Cellini et al. (2014), Goerke et al. (2013) y Nissen et al. (2006, 2011), se ha realizado un estudio polisomnográfico del sueño durante la noche que pasaron los sujetos en el laboratorio antes de evaluar la recuperación de la información. A su vez, en el estudio de Goerke et al. (2013) se pidió a los sujetos que los 8 días anteriores a la prueba tuvieran horarios de sueño regulares y, en los dos estudios realizados por Nissen et al. (2006, 2011), los sujetos rellenaron un diario de sueño durante las 2 semanas previas al estudio. Otra de las medidas utilizadas para evaluar el sueño han sido el Actigraph, que es una pulsera que mide la actividad, y un cuestionario de descanso y actividad subjetivos durante la noche, en el estudio de Valera et al. (2016). Además, los estudios de Backhaus et al. (2006) y Goerke et al. (2013) han medido el cortisol de los sujetos durante o tras el sueño.

Los resultados de los estudios de investigación que evaluaron la memoria declarativa muestran diferencias entre los 2 grupos. Mientras que los sujetos del grupo control aumentaron el rendimiento tras el sueño, no se vio esta mejora en los pacientes con insomnio, empeorando incluso su rendimiento en la APP en el estudio de Backhaus et al. (2006) tras el sueño. Asimismo, en el estudio de Valera

et al. (2016), los pacientes tardaron más tiempo en completar la tarea de orientación visual y cometieron más errores que los controles. En cuanto a la memoria procedimental, no se encuentran diferencias entre los 2 grupos en el estudio de Backhaus et al. (2006). Sin embargo, sí se han encontrado diferencias en los estudios de Nissen et al. (2006, 2011), observando un menor rendimiento de los pacientes con insomnio en la MTT después del sueño. En el estudio de 2011 de Nissen et al., además, encontramos un efecto de la condición vigilia/sueño entre los sujetos del grupo control, existiendo una mejora tanto en la memoria declarativa como en la procedimental tras el sueño, pero permaneciendo el rendimiento estable en la condición de vigilia. En los pacientes con insomnio, no hay efecto de la condición, siendo el rendimiento igual tanto en vigilia como en sueño. En la FTT, solo se encontró mejora en el grupo control y además se vio una menor línea de base y peor ejecución en la fase de entrenamiento en insomnes (Cellini et al., 2014).

Por último, en cuanto a las alteraciones de la estructura del sueño medidas mediante la polisomnografía, los resultados son variados. Nissen et al. (2011) encontraron una correlación positiva entre la densidad REM, es decir, el número de movimientos oculares por minuto durante el sueño REM, y la mejora de la memoria procedimental en controles. Para la memoria declarativa, Goerke et al. (2013) indican que hay una mayor proporción de fase II del sueño en controles y que el SOL no tiene influencia en la consolidación nocturna de la memoria. Sin embargo, en el estudio de Backhaus et al. (2006), se señala que existe una correlación positiva entre el SOL y la consolidación de la memoria declarativa, mientras que, como en los pacientes de insomnio la proporción de SOL es menor, es el sueño REM el que se encuentra asociado a la consolidación de la memoria declarativa. En cuanto a la medición de cortisol, los estudios revisados indican que su liberación no es relevante en la consolidación de la memoria (Backhaus et al., 2006; Goerke et al., 2013).

3.1.2 Estudios de revisión

Las revisiones bibliográficas analizadas en este trabajo incluyen resultados relacionados con la evaluación de la memoria, así como de otras funciones cognitivas como la atención (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016; Roth et al., 2001), la velocidad de procesamiento (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016),

el tiempo de reacción simple y el de elección (Roth et al., 2001), y la función ejecutiva (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016; Roth et al., 2001). Las tareas utilizadas en los estudios para evaluar la memoria fueron la APP para la memoria declarativa (Cellini, 2017; Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016; Neubauer, 2009; Roth et al., 2001), mientras que para la memoria procedimental se utilizaron la MTT y la FTT (Cellini, 2017; Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016). Se evaluaron también la memoria de trabajo, mediante tareas de amplitud de dígitos (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016; Roth et al., 2001), y la memoria emocional (Neubauer, 2009).

Los resultados de estas revisiones indican que, en el insomnio, aparecen déficits cognitivos relativos a tareas complejas que afectan a la atención focalizada, a la consolidación de la memoria declarativa, a la amplitud de la memoria de trabajo y a ciertas funciones ejecutivas (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016; Roth et al., 2001), sobre todo en pacientes que duermen menos de 6 horas (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016). Por otro lado, los procesos de memoria inmediata, atención dividida o vigilancia, no se ven afectados por el insomnio (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016; Roth et al., 2001), aunque sí se observa una mayor demora en tiempos de reacción, sobre todo en tiempos de reacción simple, en insomnes (Roth et al., 2001). De esta manera, se observa que el sueño insuficiente perjudica el funcionamiento de la memoria, mientras que un sueño adecuado beneficia tanto a la memoria declarativa como a la procedimental (Neubauer, 2009). En el artículo de Neubauer (2009), además, se menciona un aumento de la consolidación de la memoria durante el sueño de ondas lentas mediante la reexposición de señales, como pueden ser olores o sonidos, que ya han sido asociados previamente al recuerdo, por lo que la memoria mejora debido a la reactivación de estos trastos al exponerlos de nuevo durante el sueño.

Por otra parte, los aspectos del insomnio estudiados en estos artículos señalan alteraciones emocionales específicas en los pacientes con insomnio, describiendo un perfil de personalidad con tendencia a la ansiedad, frecuentemente comórbida al insomnio, al igual que la depresión (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016). Este perfil estaría en consonancia con las quejas subjetivas de los pacientes con insomnio, incluyendo un estado de ánimo alterado, irritabilidad, y problemas de concentración y memoria. No obstante, Roth et al.

(2001) recalcan que existe una discrepancia entre los síntomas subjetivos y los datos objetivos de déficits cognitivos en el insomnio.

Finalmente, Cellini (2017) comparó las diferentes implicaciones en la consolidación de memoria de la falta de sueño en el insomnio, la apnea obstructiva del sueño, la narcolepsia y las parasomnias. De esta manera vemos que la consolidación de la memoria se encuentra afectada cuando la arquitectura del sueño es alterada, o bien, se reduce el tiempo total de sueño. Esto ocurre en el insomnio, la apnea obstructiva del sueño y la narcolepsia, mientras que no se encontrarían alteraciones en la consolidación de la memoria en las parasomnias.

3.2 DISCUSIÓN

El insomnio es una queja de salud frecuente ante la imposibilidad de conciliar el sueño o mantenerlo, y/o ante un sueño no reparador. El insomnio primario se detalla como un subtipo de insomnio caracterizado por la ausencia de un factor médico o psiquiátrico causante (Riemann et al., 2009). Aunque la mayoría de los estudios incluidos en esta revisión separaron su muestra entre grupo control y grupo de insomnio primario, otros estudios, como el de Valera et al., (2016), dividieron su muestra según las quejas subjetivas en el sueño de los participantes, afirmando que además de la percepción de un sueño no reparador, los pacientes describen problemas de concentración y fatiga diurna. Tal y como mencionan Roth et al., (2001), hay discrepancia entre los síntomas subjetivos y los datos objetivos de los déficits cognitivos en el insomnio. Algunos estudios describen esta discrepancia entre los informes subjetivos y las pruebas neuropsicológicas, mientras que otros encuentran solo pequeños déficits, que atribuyen a una posible hiperactivación de esta población; otros concluyen que el rendimiento neuropsicológico está relacionado tanto con las quejas subjetivas como con las medidas objetivas de sueño (Riemann et al., 2009). También debemos tener en cuenta la eficacia de las pruebas utilizadas para medir el sueño, ya que en el estudio de Valera et al. (2016) se utiliza una pulsera de actividad como medida objetiva, con lo que no se puede diferenciar la falta de movimiento durante la noche del periodo de sueño. En este estudio no encontraron diferencias en el rendimiento según la pulsera de actividad, pero sí mediante el cuestionario subjetivo de calidad del sueño PTSQ. La investigación polisomnográfica además revela que hay un desacuerdo notable entre la experiencia subjetiva del insomnio y

los parámetros polisomnográficos, por lo que el insomnio se diagnostica de forma clínica mediante cuestionarios y conducta del sueño, medida por diarios del sueño (Riemann et al., 2009).

La falta de heterogeneidad de las muestras en cuanto a género y edad no nos permite establecer diferencias en este estudio según estos factores, lo que supone una limitación en el alcance de esta revisión. Sin embargo, otras investigaciones señalan, además de que la prevalencia del insomnio en mujeres es más alta, que los factores hormonales, como el control del ciclo menstrual y la toma de la pastilla anticonceptiva, se deben tener en cuenta en los estudios, ya que afectan al sueño relacionado con la consolidación de la memoria en mujeres adultas jóvenes (Genzel et al., 2012). Otros estudios también ponen de relevancia que las mujeres requieren más horas de sueño para que este sea reparador, sobre todo con los cambios hormonales de la menstruación, el embarazo, el parto y la menopausia (Horne, 2016; Mehta et al., 2015). Asimismo, algunos estudios indican que durante el envejecimiento sano ocurren cambios en la arquitectura y la duración total del sueño (Pace-Schott y Spencer, 2015), que se describirán más adelante.

Recordamos que, en los estudios incluidos en esta revisión, la edad de los participantes se ubica entre los 18 y los 39 años. En adultos jóvenes, tanto la fragmentación del sueño como su disminución pueden reducir la consolidación de la memoria durante el sueño. Según se avanza en edad, encontramos un aumento normativo en la fragmentación del sueño, lo que puede explicar la reducción de la consolidación nocturna de la memoria. En la misma línea, se ha visto que con el envejecimiento sano ocurren cambios en la cognición. Estos cambios implican un deterioro en la memoria de trabajo, la formación de nuevos recuerdos episódicos y la velocidad de procesamiento, mientras que la memoria semántica, de reconocimiento y declarativa emocional no se ven afectadas. Además, en sujetos mayores con deterioro cognitivo leve, la memoria episódica y la de trabajo, disminuirían aún más, junto con una disminución en el rendimiento de la memoria semántica, la declarativa verbal, la autobiográfica y la prospectiva (Pace-Schott y Spencer, 2015). De todos modos, los autores afirman que la consolidación, tanto de la memoria declarativa como la procedimental, se beneficia del sueño saludable (Neubauer, 2009; Nissen et al., 2011; Pace-Schott y Spencer, 2015).

Los resultados en cuanto a la memoria declarativa muestran diferencias evidentes en el rendimiento del grupo con insomnio (Backhaus et al., 2006; Cellini, 2017; Goerke et al., 2013; Neubauer, 2009; Nissen et al., 2011, p. 20; Roth et al., 2001; Valera et al., 2016), mientras que estas diferencias no se ven tan claras en la memoria procedimental. En algunos de los estudios revisados se encuentran evidencias de la alteración de la consolidación de la memoria procedimental en el insomnio primario (Cellini et al., 2014; Nissen et al., 2006, 2011), mientras que otros afirman que no hay diferencias con los controles (Backhaus et al., 2006). Asimismo, las revisiones al respecto encuentran resultados imprecisos (Cellini, 2017; Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016).

En cuanto a la función de las distintas fases del sueño implicadas en la consolidación de la memoria, hay cierto consenso en que el SOL estabiliza la memoria declarativa en sujetos sanos, mientras que el sueño REM desempeñaría un rol compensatorio en aquellas personas cuyo SOL es deficiente (Backhaus et al., 2006; Goerke et al., 2013; Rauchs et al., 2004). Esto apunta hacia un déficit hipocampal en los pacientes con insomnio para la memoria declarativa, cuya reactivación, integración y reorganización ocurre durante el sueño NREM (Backhaus et al., 2006; Cellini, 2017). Por otro lado, se ha encontrado relación entre la densidad REM y el porcentaje de mejora de la memoria procedimental en el grupo control, mientras que tal correlación no se encuentra en pacientes con insomnio. Por ello, se sugiere que la consolidación de habilidades motoras está potenciada por correlatos polisomnográficos del sueño REM, como son las ondas ponto-geniculo-occipitales, producidas por la rapidez de los movimientos oculares (Nissen et al., 2011).

Regresando al Modelo de Consolidación en dos Etapas (Buzsáki, 1989), cada vez hay más pruebas de que los procesos de repetición y consolidación de la memoria, tanto declarativa como procedimental, se producen durante el sueño REM y NREM. Según señalan las pruebas de neuroimagen, en el sueño NREM la activación del hipocampo y otras estructuras, favorece la selección de recuerdos con alta prioridad de almacenamiento, a través de las oscilaciones lentas y los husos del sueño. Esta actividad favorece la plasticidad cerebral, observando cambios neuronales duraderos. Por otro lado, una alta conectividad entre el hipocampo, la amígdala y la corteza prefrontal medial durante el sueño REM,

facilita la transferencia y reorganización neuronal de los recuerdos (Perogamvros et al., 2013).

Como se ha mencionado anteriormente, se encontraría un déficit hipocampal en la consolidación de la memoria en pacientes con insomnio, ya que el hipocampo es responsable de la reactivación y estabilización de los recuerdos (Backhaus et al., 2006; Cellini, 2017). Otra revisión considera que habría un déficit prefrontal en insomnes, que afecta la atención, la consolidación de la memoria y ciertas funciones ejecutivas, junto con una alta activación fisiológica (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016). A su vez, otra estructura también sería responsable de la activación fisiológica y la incapacidad para conciliar el sueño: el hipotálamo. En esta estructura se encuentran las neuronas orexinérgicas, responsables del proceso de excitación, por lo que el desequilibrio entre sueño/vigilia en el insomnio podría explicarse por un desajuste entre los sistemas que promueven la excitación y los que promueven el sueño (Riemann et al., 2009). Se ha observado que el núcleo supraquiasmático del hipotálamo anterior se debilita con la edad, afectando así a los procesos circadianos, homeostáticos y al cortisol. Este desajuste en la activación se encuentra relacionado con la Teoría de la Hiperactivación de Perlis et al. (1997), que sugiere que el insomnio crónico implica una rumiación centrada en la falta de sueño e hiperactivación constante, observada en un aumento del funcionamiento del eje neuroendocrino (Riemann et al., 2009). Aunque los estudios de Backhaus et al. (2006) y Goerke et al. (2013) concluyeran que la liberación de cortisol no influye en la consolidación nocturna de la memoria, otros encuentran una mayor excreción de cortisol en insomnes. En general, se encuentra en el EEG de las personas con insomnio una mayor excitación cortical al inicio del sueño, al despertar, y durante el sueño REM, apoyando la teoría de la hiperactivación en el insomnio crónico (Riemann et al., 2009). En el envejecimiento se encuentran resultados similares, con una hiperactivación del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal, lo que contribuye a la reducción del sueño y a un desajuste en el ritmo circadiano, contribuyendo, a su vez, al deterioro de la memoria (Buckley y Schatzberg, 2005).

Los cambios en la consolidación dependiente del sueño a lo largo de la vida sólo se han estudiado recientemente (Riemann et al., 2009). La duración media del sueño en la edad adulta se halla en torno a las 7 y las 8 horas diarias. Existen

diferencias interindividuales respecto a su duración, pero, en general, se ha encontrado que cuando el tiempo total de sueño es menor a 6 horas, aparecen los déficits cognitivos (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016). Esta duración también varía a lo largo de la vida, reduciéndose a medida que las personas van haciéndose mayores (Pace-Schott y Spencer, 2015; Touzet, 2016). Con el envejecimiento sano, la duración y arquitectura del sueño varían, al igual que el control homeostático y circadiano. De este modo, el SOL se ve reducido (Pace-Schott y Spencer, 2015; Van Cauter et al., 2000), disminuyen la amplitud y el número de husos del sueño, la densidad REM, y ocurre un adelanto de fase en el ritmo circadiano con el envejecimiento sano (Pace-Schott y Spencer, 2015). Es de esperar que, si los husos del sueño y el SOL se encuentran estrechamente relacionados con la consolidación de la memoria, la reducción del sueño con el envejecimiento favorezca la reducción de la memoria, por lo que el insomnio es un factor de riesgo en el desarrollo de procesos neurodegenerativos (Pace-Schott y Spencer, 2015; Riemann et al., 2009). Evidencia de ello se encuentra en la implicación del SOL en el desarrollo de enfermedad de Alzheimer (Touzet, 2016), asociada a la acumulación anormal de sustancias endógenas, y es que, durante el SOL se observa un aumento del líquido intersticial, que permite eliminar metabolitos acumulados durante la vigilia, como son los cuerpos de Lewy o las placas amiloides. La interrupción del sueño impediría la eliminación de estas sustancias, por lo que la alteración del sueño sería un predictor de demencia (Pace-Schott y Spencer, 2015).

La incidencia de trastornos del sueño aumenta tanto con el envejecimiento sano, como con las enfermedades neurodegenerativas (Pace-Schott y Spencer, 2015). Se considera que la alteración de la memoria ocurre cuando la arquitectura del sueño es alterada o el tiempo de sueño es reducido (Cellini, 2017), apareciendo alteraciones en su funcionamiento con menos de 6 horas de sueño (Medrano-Martínez y Ramos-Platon, 2016). Vemos que esto ocurre en el insomnio, la apnea obstructiva del sueño o la narcolepsia (Cellini, 2017). Sin embargo, en las parasomnias existe una disociación entre los estados de vigilia y sueño, produciéndose una alteración en la transición de las fases de vigilia, NREM y REM. De esta manera, la vigilia y el sueño suceden de forma simultánea, pero sin alterar la arquitectura o duración del sueño, por lo que la memoria no se encuentra afectada. No obstante, entre las parasomnias NREM se encuentra el

sonambulismo, caracterizado por la repetición de secuencias organizadas de movimiento durante esta fase del sueño, de las que el sujeto no se acuerda al despertarse (Perogamvros et al., 2013). Esta repetición de secuencias de conducta motora, que tienen lugar durante el sueño de ondas lentas, evidencia que es en esta fase del sueño donde se produce una reactivación de los trazos neuronales, referentes a la memoria procedimental, contribuyendo a una consolidación del aprendizaje de procesos motores y habilidades en el hipocampo. Además, la mejora de la consolidación mediante la reexposición de señales durante el sueño profundo contribuiría también a la reactivación de estos trazos (Neubauer, 2009).

Por último, el insomnio es frecuentemente comórbido a trastornos de ansiedad y depresión. La teoría de la hiperactivación podría explicar la relación entre insomnio y ansiedad, así como los errores cognitivos que presentan estos pacientes (Valera et al., 2016). Se sugiere que, además de las dificultades causadas por el insomnio, la hiperactivación afecta a su capacidad para lidiar con estresores, lo que puede llevarlos a interpretaciones y pensamientos inexactos o irracionales. La comorbilidad con la depresión no resulta sorprendente, ya que, al igual que en el insomnio, los pacientes con depresión mayor presentan alteraciones de la continuidad del sueño, con mayor latencia para conciliar el sueño y mayor frecuencia de despertares nocturnos y matutinos tempranos (Riemann et al., 2009).

Entre las limitaciones principales de esta revisión, se encuentra la imposibilidad de seguir todos los criterios que recomienda la Declaración PRISMA (Page et al., 2021) para elaborar una revisión sistemática, aunque se ha intentado cumplir con ellos en la medida de lo posible. Además, la literatura existente sobre el objetivo planteado en esta revisión es limitada, por lo que se podrían haber utilizado métodos complementarios de búsqueda para maximizar los resultados.

4 CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS

4.1 CONCLUSIONES

Según los resultados de esta revisión, podemos concluir que la consolidación de la memoria declarativa se encuentra visiblemente alterada en el insomnio, mientras que la influencia de la falta de sueño sobre la memoria procedimental no es concluyente. Las alteraciones en la consolidación de la

memoria aparecen cuando disminuye de manera significativa la duración total del sueño o se altera la arquitectura del sueño. En cuanto a la arquitectura, se ha visto que ambas fases del sueño, tanto la fase REM como la NREM, contribuyen a la consolidación de la memoria. Sin embargo, vemos que en el sueño NREM, el SOL es de gran importancia, puesto que los husos del sueño y las oscilaciones lentas contribuyen a la reactivación de los trazos mnésicos en la corteza cerebral. La densidad REM también juega un papel importante en la consolidación de la memoria, reorganizando los trazos mnésicos en los circuitos neurales.

4.2 PROSPECTIVA

Para estudios futuros se sugiere contar con una muestra más amplia, para poder comparar la repercusión del insomnio entre hombres y mujeres, y explorar los factores que pudieran ejercer tal influencia. Asimismo, al no haberse incluido participantes mayores en los estudios, las conclusiones sobre el impacto del envejecimiento en la consolidación de la memoria dependiente del sueño son limitadas. Con una muestra heterogénea respecto a la edad, se podría comparar el efecto del insomnio en la consolidación de la memoria a lo largo de la vida, evaluando sus efectos en adultos jóvenes, de edad media y mayores. También sería interesante añadir a esta muestra adultos mayores con distintos niveles de deterioro cognitivo, para evaluar en qué medida el sueño se encuentra alterado en comparación con el envejecimiento sano.

Las investigaciones sobre el sueño y la memoria son relativamente recientes, por lo que los estudios sobre este aspecto son limitados y aún queda mucho trabajo para determinar si existe también una alteración de la memoria procedimental en el insomnio, así como investigar las estructuras y los circuitos específicos que se encuentran alterados en la consolidación de la memoria. Quedaría también por determinar el rol de los factores hormonales, como el cortisol, y los neurotransmisores en la alteración del sueño, ya que la implicación de estos todavía no es concluyente.

Actualmente, el estudio de las enfermedades neurodegenerativas es de gran relevancia en los campos de neurociencia y neuropsicología, por lo que investigar sobre los posibles predictores y factores de riesgo relacionados con el sueño en el deterioro cognitivo y la enfermedad de Alzheimer puede ser de especial interés.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aidman, E., Jackson, S. A., y Kleitman, S. (2019). Effects of sleep deprivation on executive functioning, cognitive abilities, metacognitive confidence, and decision making. *Applied Cognitive Psychology*, 33(2), 188-200. <https://doi.org/10.1002/acp.3463>
- Ashton, J. E., Harrington, M. O., Langthorne, D., Ngo, H.-V. V., y Cairney, S. A. (2020). Sleep deprivation induces fragmented memory loss. *Learning & Memory*, 27(4), 130-135. <https://doi.org/10.1101/lm.050757.119>
- Atkinson, R. C., y Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K. W. Spence y J. T. Spence (Eds.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 2, pp. 89-195). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Backhaus, J., Junghanns, K., Born, J., Hohaus, K., Faasch, F., y Hohagen, F. (2006). Impaired declarative memory consolidation during sleep in patients with primary insomnia: Influence of sleep architecture and nocturnal cortisol release. *Biological Psychiatry*, 60(12), 1324-1330. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.03.051>
- Baddeley, A. D., y Hitch, G. (1974). Working Memory. En G. H. Bower (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Ballesteros, S. (1999). Memoria humana: Investigación y teoría. *Psicothema*, 11(4), 705-723.
- Bocca, M.-L., y Denise, P. (2006). Total sleep deprivation effect on disengagement of spatial attention as assessed by saccadic eye movements. *Clinical Neurophysiology*, 117(4), 894-899. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.01.003>
- Bonilla, M., Jorge, C. I., Moyano, M. D., y Forcato, C. (2021). Modificación de memorias maladaptativas durante el sueño y la vigilia: Una visión interdisciplinaria. *Revista de Psicología*, 20(1), 221-242. <https://doi.org/10.24215/2422572Xe073>
- Born, J., y Wilhelm, I. (2012). System consolidation of memory during sleep. *Psychological Research*, 76(2), 192-203. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0335-6>
- Buckley, T. M., y Schatzberg, A. F. (2005). Aging and the role of the HPA axis and rhythm in sleep and memory-consolidation. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 13(5), 344-352. <https://doi.org/10.1097/00019442-200505000-00002>
- Buzsáki, G. (1989). Two-stage model of memory trace formation: A role for “noisy” brain states. *Neuroscience*, 31(3), 551-570. [https://doi.org/10.1016/0306-4522\(89\)90423-5](https://doi.org/10.1016/0306-4522(89)90423-5)
- Carrillo-Mora, P. (2010). Sistemas de memoria: Reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Segunda parte: Sistemas de memoria de largo plazo: Memoria episódica, sistemas de memoria no declarativa y memoria de trabajo. *Salud Mental*, 33(2), 197-205.
- Carrillo-Mora, P., Ramírez-Peris, J., y Magaña-Vázquez, K. (2013). Neurobiología del sueño y su importancia: Antología para el estudiante universitario. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 56(4), 5-15.
- Cellini, N. (2017). Memory consolidation in sleep disorders. *Sleep Medicine Reviews*, 35, 101-112. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2016.09.003>

- Cellini, N., de Zambotti, M., Covassin, N., Sarlo, M., y Stegagno, L. (2014). Impaired off-line motor skills consolidation in young primary insomniacs. *Neurobiology of Learning and Memory*, 114, 141-147. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.06.006>
- Chee, M. W. L., Tan, J. C., Parimal, S., y Zagorodnov, V. (2010). Sleep deprivation and its effects on object-selective attention. *NeuroImage*, 49(2), 1903-1910. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.067>
- Craik, F. I. M., y Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671-684. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80001-X)
- Dahat, P., Toriola, S., Satnarine, T., Zohara, Z., Adelekun, A., Seffah, K. D., Dardari, L., Salib, K., Taha, M., y Khan, S. (2023). Correlation of various sleep patterns on different types of memory retention: A systematic review. *Cureus*, 15(7), e42294. <https://doi.org/10.7759/cureus.42294>
- de Bruin, E. J., van Run, C., Staaks, J., y Meijer, A. M. (2017). Effects of sleep manipulation on cognitive functioning of adolescents: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 32, 45-57. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.02.006>
- Dewar, M. T., Cowan, N., y Sala, S. D. (2007). Forgetting due to retroactive interference: A Fusion of Müller and Pilzecker's (1900) early insights into everyday forgetting and recent research on anterograde amnesia. *Cortex*, 43(5), 616-634. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70492-1](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70492-1)
- Díaz, J. P., Ortiz, M. C., y Bar, Aníbal R. (2019). Consolidación y reconsolidación de la memoria. Aproximación teórica al campo. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNNE*, 39(1), Article 1.
- Feliciano-Ramos, P. A., Galazo, M., Penagos, H., y Wilson, M. (2023). Hippocampal memory reactivation during sleep is correlated with specific cortical states of the retrosplenial and prefrontal cortices. *Learning & Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 30(9), 221-236. <https://doi.org/10.1101/lm.053834.123>
- Fonseca, L. A. N. S., Souza, D. J. M. de, Lessa, R. T., Ferreira, T. B., Abad, L. H. S., y Mendes, N. B. do E. S. (2020). The importance of sleep in the various phases of life: A review of the literature. *Revista Brasileira de Neurologia e Psiquiatria - RBNP*, 24(3), 268-282.
- Fortier-Brochu, É., Beaulieu-Bonneau, S., Ivers, H., y Morin, C. M. (2012). Insomnia and daytime cognitive performance: A meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 16(1), 83-94. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2011.03.008>
- Genzel, L., Kiefer, T., Renner, L., Wehrle, R., Kluge, M., Grözing, M., Steiger, A., y Dresler, M. (2012). Sex and modulatory menstrual cycle effects on sleep related memory consolidation. *Psychoneuroendocrinology*, 37(7), 987-998. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.11.006>
- Girardeau, G., y Lopes-Dos-Santos, V. (2021). Brain neural patterns and the memory function of sleep. *Science (New York, N.Y.)*, 374(6567), 560-564. <https://doi.org/10.1126/science.abi8370>

- Goerke, M., Cohrs, S., Rodenbeck, A., Grittner, U., Sommer, W., y Kunz, D. (2013). Declarative memory consolidation during the first night in a sleep lab: The role of REM sleep and cortisol. *Psychoneuroendocrinology*, 38(7), 1102-1111. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2012.10.019>
- Grundgeiger, T., Bayen, U. J., y Horn, S. S. (2014). Effects of sleep deprivation on prospective memory. *Memory*, 22(6), 679-686. <https://doi.org/10.1080/09658211.2013.812220>
- Horne, J. (2016). Sleep debt: 'Societal insomnia'? En J. Horne (Ed.), *Sleeplessness: Assessing Sleep Need in Society Today* (pp. 37-49). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30572-1_2
- Huelin Gorriz, M., Takigawa, M., y Bendor, D. (2023). The role of experience in prioritizing hippocampal replay. *Nature Communications*, 14(1), 8157. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43939-z>
- Jenkins, J. G., y Dallenbach, K. M. (1924). Obliviscence during sleep and waking. *The American Journal of Psychology*, 35(4), 605-612. <https://doi.org/10.2307/1414040>
- Jiang, F., Shen, X.-M., Li, S.-H., Cui, M.-L., Zhang, Y., Wang, C., Yu, X.-G., y Yan, C.-H. (2009). Effects of chronic partial sleep deprivation on growth and learning/memory in young rats. *Chinese journal of contemporary pediatrics*, 11(2), 128-132.
- Kim, H., Zhu, X., Zhao, Y., Bell, S. A., Gehrman, P. R., Cohen, D., Devanand, D. P., Goldberg, T. E., y Lee, S. (2023). Resting-state functional connectivity changes in older adults with sleep disturbance and the role of amyloid burden. *Molecular Psychiatry*, 28(10), 4399-4406. <https://doi.org/10.1038/s41380-023-02214-9>
- Krolak-Salmon, P., Seguin, J., Perret-Liaudet, A., Desestret, V., Vighetto, A., y Bonnefoy, M. (2008). Vers un diagnostic biologique de la maladie d'Alzheimer et des syndromes apparentés. *Revue de Médecine Interne*, 29(10), 785-793. <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2008.01.029>
- Leong, R. L. F., Cheng, G. H.-L., Chee, M. W. L., y Lo, J. C. (2019). The effects of sleep on prospective memory: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 47, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2019.05.006>
- Lipinska, G., Stuart, B., Thomas, K. G. F., Baldwin, D. S., y Bolinger, E. (2019). Preferential consolidation of emotional memory during sleep: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01014>
- Mao, T., Fang, Z., Chai, Y., Deng, Y., Rao, J., Quan, P., Goel, N., Basner, M., Guo, B., Dinges, D. F., Liu, J., Detre, J. A., y Rao, H. (2023). Sleep deprivation attenuates neural responses to outcomes from risky decision-making. *Psychophysiology*, 61(4), e14465. <https://doi.org/10.1111/psyp.14465>
- Medrano-Martínez, P., y Ramos-Platon, M.-J. (2016). Cognitive and emotional alterations in chronic insomnia. *Revista de neurología*, 62, 170-178.
- Mehta, N., Shafi, F., y Bhat, A. (2015). Unique aspects of sleep in women. *Missouri Medicine*, 112(6), 430-434.
- Mullington, J. (2007). Review of sleepfaring: A journey through the science of sleep. *Sleep*, 30(8), 1063.

- Naismith, S. L., y Mowszowski, L. (2018). Sleep disturbance in mild cognitive impairment: A systematic review of recent findings. *Current Opinion in Psychiatry*, 31(2), 153-159. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000397>
- Neubauer, D. N. (2009). Sleep and memory. *Primary Psychiatry*, 16(8), 19-21.
- Newbury, C. R., Crowley, R., Rastle, K., y Tamminen, J. (2021). Sleep deprivation and memory: Meta-analytic reviews of studies on sleep deprivation before and after learning. *Psychological Bulletin*, 147(11), 1215-1240. <https://doi.org/10.1037/bul0000348>
- Nissen, C., Kloepper, C., Feige, B., Piosczyk, H., Spiegelhalter, K., Voderholzer, U., y Riemann, D. (2011). Sleep-related memory consolidation in primary insomnia. *Journal of Sleep Research*, 20(1pt2), 129-136. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2010.00872.x>
- Nissen, C., Kloepper, C., Nofzinger, E. A., Feige, B., Voderholzer, U., y Riemann, D. (2006). Impaired sleep-related memory consolidation in primary insomnia—A pilot study. *Sleep*, 29(8), 1068-1073. <https://doi.org/10.1093/sleep/29.8.1068>
- Orlando, I. F., O'Callaghan, C., Lam, A., McKinnon, A. C., Tan, J. B. C., Michaelian, J. C., Kong, S. D. X., D'Rozario, A. L., y Naismith, S. L. (2023). Sleep spindle architecture associated with distinct clinical phenotypes in older adults at risk for dementia. *Molecular Psychiatry*, 29, 402-411. <https://doi.org/10.1038/s41380-023-02335-1>
- Pace-Schott, E. F., y Spencer, R. M. C. (2015). Sleep-dependent memory consolidation in healthy aging and mild cognitive impairment. En P. Meerlo, R. M. Benca, y T. Abel (Eds.), *Sleep, Neuronal Plasticity and Brain Function* (pp. 307-330). Springer. https://doi.org/10.1007/7854_2014_300
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Perlis, M. L., Giles, D. E., Mendelson, W. B., Bootzin, R. R., y Wyatt, J. K. (1997). Psychophysiological insomnia: The behavioural model and a neurocognitive perspective. *Journal of Sleep Research*, 6(3), 179-188. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.1997.00045.x>
- Perogamvros, L., Dang-Vu, T. T., Desseilles, M., y Schwartz, S. (2013). Sleep and dreaming are for important matters. *Frontiers in Psychology*, 4, 474. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00474>
- Prince, T.-M., Wimmer, M., Choi, J., Havekes, R., Aton, S., y Abel, T. (2014). Sleep deprivation during a specific 3-hour time window post-training impairs hippocampal synaptic plasticity and memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 109, 122-130. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2013.11.021>
- Rauchs, G., Bertran, F., Guillery-Girard, B., Desgranges, B., Kerrouche, N., Denise, P., Foret, J., y Eustache, F. (2004). Consolidation of strictly episodic memories mainly requires rapid eye movement sleep. *Sleep*, 27(3), 395-401. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.3.395>

- Riemann, D., Kloepper, C., y Berger, M. (2009). Functional and structural brain alterations in insomnia: Implications for pathophysiology. *European Journal of Neuroscience*, 29(9), 1754-1760. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2009.06721.x>
- Roth, T., Costa e Silva, J. A., y Chase, M. H. (2001). Sleep and cognitive (memory) function: Research and clinical perspectives. *Sleep Medicine*, 2(5), 379-387. [https://doi.org/10.1016/S1389-9457\(01\)00071-5](https://doi.org/10.1016/S1389-9457(01)00071-5)
- Rueda Sánchez, M., Díaz Martínez, L. A., y Osuna Suárez, E. (2008). Definición, prevalencia y factores de riesgos de insomnio en la población general. *Revista de la Facultad de Medicina*, 56(3), 222-234.
- Saddoud, A., Rekik, G., Belkhir, Y., Kammoun, N., Hidouri, S., Chlif, M., y Jarraya, M. (2023). One night of total sleep deprivation impairs decision-making skills, anaerobic performances, mood states, and perceptual responses in elite Kung-Fu athletes. *Biological Rhythm Research*, 54(1), 102-116. <https://doi.org/10.1080/09291016.2022.2090673>
- Sarraís, F., y de Castro Manglano, P. (2007). The insomnia. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30, 121-134.
- Schacter, D. L. (1996). *Searching for memory: The brain, the mind, and the past*. Basic Books.
- Shi, L., Chen, S.-J., Ma, M.-Y., Bao, Y.-P., Han, Y., Wang, Y.-M., Shi, J., Vitiello, M. V., y Lu, L. (2018). Sleep disturbances increase the risk of dementia: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 40, 4-16. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.06.010>
- Siddoway, B., Hou, H., y Xia, H. (2014). Molecular mechanisms of homeostatic synaptic downscaling. *Neuropharmacology*, 78, 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2013.07.009>
- Spencer, R. M. C. (2013). Neurophysiological basis of sleep's function on memory and cognition. *ISRN Physiology*, 2013, 619319. <https://doi.org/10.1155/2013/619319>
- Tononi, G., y Cirelli, C. (2003). Sleep and synaptic homeostasis: A hypothesis. *Brain Research Bulletin*, 62(2), 143-150. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2003.09.004>
- Tononi, G., y Cirelli, C. (2006). Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep Medicine Reviews*, 10(1), 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2005.05.002>
- Tononi, G., y Cirelli, C. (2012). Time to be SHY? Some comments on sleep and synaptic homeostasis. *Neural Plasticity*, 2012, e415250. <https://doi.org/10.1155/2012/415250>
- Touzet, C. (2016). Morvan's syndrome and the sustained absence of all sleep rhythms for months or years: An hypothesis. *Medical Hypotheses*, 94, 51-54. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2016.06.011>
- Tulving, E., y Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science (New York, N.Y.)*, 247(4940), 301-306. <https://doi.org/10.1126/science.2296719>
- Valera, S., Guadagni, V., Slone, E., Burles, F., Ferrara, M., Campbell, T., y Iaria, G. (2016). Poor sleep quality affects spatial orientation in virtual environments. *Sleep Science*, 9(3), 225-231. <https://doi.org/10.1016/j.slsi.2016.10.005>
- Van Cauter, E., Leproult, R., y Plat, L. (2000). Age-related changes in slow wave sleep and REM sleep and relationship with growth hormone and cortisol levels in healthy men. *JAMA : the journal of the American Medical Association*, 284, 861-868. <https://doi.org/10.1001/jama.284.7.861>

- Vega-Escañó, J., Porcel-Gálvez, A. M., Barrientos-Trigo, S., y Romero-Sánchez, J. M. (2020). La trunicidad como factor determinante en la aparición de insomnio en población laboral: Revisión sistemática. *Revista Española de Salud Pública*, 94, e202007047.
- Vyazovskiy, V. V., Cirelli, C., Pfister-Genskow, M., Faraguna, U., y Tononi, G. (2008). Molecular and electrophysiological evidence for net synaptic potentiation in wake and depression in sleep. *Nature Neuroscience*, 11(2), 200-208. <https://doi.org/10.1038/nn2035>

6 ANEXOS

Anexo I. Alteraciones en la consolidación de la memoria debido al insomnio en investigaciones empíricas

Autor y año	Tipo de memoria y tarea utilizada para su evaluación	Aprendizaje y evaluación de la tarea	Medidas del sueño y otras medidas	Resultados principales
Backhaus et al., 2006	Memoria declarativa: APP Memoria procedimental: MTT	Aprendizaje antes de dormir. Recuperación 15' después de despertarse.	EEG del sueño Control del cortisol cada 15'	Tarea declarativa: aumento del recuerdo tras el sueño en controles y disminución en insomnio primario. Tarea procedimental: no diferencias Menor SOL en insomnes Correlación SOL y consolidación de la memoria declarativa en sujetos control. Correlación sueño REM y consolidación de memoria declarativa en pacientes. Liberación de cortisol no relevante en la consolidación nocturna de la memoria declarativa
Cellini et al., 2014	Memoria procedimental: FTT	Aprendizaje a las 21:00. Recuperación a las 09:00.	Polisomnografía	Menor línea de base y peor ejecución en fase de entrenamiento en pacientes. Mejora entre post entrenamiento y recuperación sólo en el grupo control.
Goerke et al., 2013	Memoria declarativa: APP	Aprendizaje día 9 a las 20:00. Recuperación día 10 a las 07:00.	Días 1-8: duermen en casa con horarios regulares. Día 10: polisomnografía. Día 9: medición de cortisol.	Mejora de la memoria entre sesión de aprendizaje y recuperación sólo en controles. Mayor proporción sueño en fase II en controles. No influencia de SOL ni del cortisol en la consolidación nocturna de la memoria en esta muestra.

Nota. APP: Asociación por pares de palabras; MTT: Mirror-Tracing-Task; FTT: Finger-Tapping Task

Continuación Anexo I. Alteraciones en la consolidación de la memoria debido al insomnio en investigaciones empíricas

Autor y año	Tipo de memoria y tarea utilizada para su evaluación	Aprendizaje y evaluación de la tarea	Medidas del sueño y otras medidas	Resultados principales
Nissen et al., 2006	Memoria procedimental: MTT	Aprendizaje a las 20:30. Recuperación a las 07:00.	Diario de sueño 2 semanas antes del estudio. Polisomnografía de 22:30 a 6:30 en laboratorio.	Menor mejora después de dormir en tiempo de trazado en insomnes.
Nissen et al., 2011	Memoria declarativa: tarea de aprendizaje verbal y visual Memoria procedimental: MTT	2 condiciones: vigilia (aprendizaje a las 08:00 y recuperación a las 20:00) y sueño (aprendizaje a las 20:00 y recuperación a las 08:00).	Diario de sueño 2 semanas antes del estudio. Polisomnografía de 22:30 a 6:30 en laboratorio.	Efecto de la condición vigilia/sueño en controles: mejora en memoria procedimental y memoria declarativa en la condición de sueño. No efecto de la condición sueño/vigilia en pacientes. Menor rendimiento en MTT en insomnes. Correlación densidad REM y mejora MTT en controles.
Valera et al., 2016	Memoria declarativa: tarea de orientación virtual	2 sesiones: día 1 a las 14:00 y día 8 a las 10:00.	Cuestionario de descanso y actividad durante la noche. Actigraph (pulsera de actividad)	Más tiempo en completar la tarea y más errores en insomnes que controles.

Nota. APP: Asociación por pares de palabras; MTT: Mirror-Tracing-Task; FTT: Finger-Tapping Task

Anexo II. Funciones cognitivas alteradas debido al insomnio en artículos de revisión

Autor y año	Tipo de memoria y tarea utilizada para su evaluación	Otras funciones cognitivas evaluadas	Resultados principales	Otros resultados
Cellini, 2017	Memoria procedimental: MTT y FTT Memoria declarativa: APP	-	Consolidación de la memoria alterada cuando el tiempo de sueño es reducido o su arquitectura es alterada, como en insomnio, OSA y narcolepsia. No alteración en parasomnias.	Implicaciones en la consolidación de la memoria en otros trastornos del sueño: apnea obstructiva del sueño (OSA), narcolepsia y parasomnias.
Medrano-Martínez and Ramos-Platon, 2016	Memoria declarativa: APP Memoria procedimental: MTT Memoria de trabajo: tarea de amplitud de memoria	Atención: atención focalizada, vigilancia y velocidad de procesamiento. Función ejecutiva: atención alternante y solución de problemas	Déficits cognitivos en tareas complejas que afectan a procesos de atención, velocidad de procesamiento, consolidación de la memoria y ciertas funciones ejecutivas en insomnes que duermen habitualmente menos de 6 horas.	Alteraciones emocionales
Neubauer, 2009	Memoria emocional Memoria declarativa	-	Memoria declarativa y procedimental beneficiadas por un sueño adecuado, mientras que un sueño insuficiente perjudica el funcionamiento de la memoria.	Aprendizaje mediante reexposición de señales durante el sueño de ondas lentas mejora la consolidación de la memoria.
Roth et al., 2001	Memoria declarativa Memoria inmediata Memoria de trabajo: amplitud de dígitos	Tiempo de reacción simple y de elección. Atención dividida y vigilancia.	Mayor demora en tiempos de reacción, sobre todo en simples, en insomnes. Alteración en memoria declarativa en insomnes. Memoria de trabajo (amplitud de dígitos) reducida en insomnes. No diferencias en memoria inmediata, atención dividida, ni vigilancia.	Discrepancia entre síntomas subjetivos del insomnio (estado de ánimo alterado, irritabilidad, problemas de concentración y memoria) y los datos objetivos de déficits cognitivos.

Nota. APP: Asociación por Pares de Palabras; MTT: Mirror-Tracing-Task; FTT: Finger-Tapping Task