

✦ Artículo de revisión

Cognición espacial como marcador cognitivo temprano de la enfermedad de Alzheimer: una revisión del alcance (*Scoping review*)

Wendy ´K Babilonia^{1*}, Juan Pablo Sánchez Escudero¹

1. Grupo de Neurociencias de Antioquia. Universidad de Antioquia. Medellín, COL.

*Correspondencia: wendy.babilonia@udea.edu.co

Palabras clave: Cognición Espacial, Enfermedad de Alzheimer, Marcadores cognitivos tempranos, Navegación espacial, *Path Integration*, Navegación aloctónica y egocéntrica, Hipocampo, Corteza entorrinal, Diagnóstico temprano.

Resumen

Introducción: La Cognición Espacial (CE) depende de una red funcional que involucra diversas regiones cerebrales, entre ellas el hipocampo y la corteza entorrinal, regiones que se ven afectadas de manera temprana en la enfermedad de Alzheimer (EA). Aunque diversos estudios han explorado la utilidad diagnóstica de procesos asociados a la CE para detectar alteraciones cognitivas en estadios preclínicos y prodrómicos de la EA, la evidencia disponible es fragmentada y heterogénea en cuanto a modelos teóricos, constructos y herramientas de evaluación, lo que dificulta establecer la validez de constructo y consistencia teórica de los hallazgos, para considerar las fallas de CE como un potencial marcador cognitivo temprano de la EA.

Objetivo: Resumir la evidencia disponible sobre modelos teóricos de CE, como potencial marcador cognitivo temprano de la EA y describir las herramientas utilizadas en poblaciones en riesgo de desarrollar la enfermedad.

Métodos: Revisión de alcance siguiendo los lineamientos PRISMA- ScR para revisiones de alcance; se detallan criterios de elegibilidad, fuentes de información, proceso de selección, extracción y síntesis narrativa.

Resultados: Se identificaron 60 estudios que evalúan de forma recurrente la CE mediante los constructos de *Path Integration* (PI), navegación aloctónica y egocéntrica, memoria espacial, *wayfinding*, reorientación por geometría o puntos de referencia (*landmarks*), y sentido de localización. Las herramientas utilizadas abarcan entornos de realidad virtual inmersiva y de escritorio, escenarios reales, plataformas tipo *tabletop* y cuestionarios de autorreporte. La mayoría de los estudios seleccionados (86.7%) no define formalmente un modelo teórico de CE.

Conclusiones: El campo converge en un núcleo de evaluación aplicable a etapas tempranas tanto preclínica como prodrómica de la EA, sustentado en constructos consistentes. Sin embargo, la heterogeneidad conceptual refleja la necesidad de un marco teórico integrador que permita avanzar en la consolidación de la evidencia neurofuncional y conductual, en torno a la utilidad diagnóstica y validez de las medidas de CE como marcadores cognitivos tempranos de la EA.

Introducción

La Enfermedad de Alzheimer (EA) es una patología neurodegenerativa progresiva y la causa más común de demencia en el mundo. Clínicamente se caracteriza por el deterioro de la memoria, el lenguaje, la orientación espacial y cognición en general, además de alteraciones conductuales y funcionales (Jack et al., 2018; Scheltens et al., 2021). Por su carácter incapacitante la EA supone un alto costo emocional, social y económico para pacientes, cuidadores y los sistemas de salud (Tay et al., 2024; Skaria, 2022; WHO, 2021). En ausencia de tratamientos curativos, la detección de marcadores sensibles a las fases prodrómicas o preclínicas se ha vuelto prioritaria para mejorar las estrategias de intervención temprana y planificación del cuidado (Dubois et al., 2016; Albert et al., 2011).

La EA se caracteriza por alteraciones tempranas en el circuito hipocampo-entorrinal, una red fundamental para la consolidación de la memoria y la representación del espacio (Berron et al., 2021; Braak, 1991; Khan et al., 2014; Igarashi, 2023; Kunz et al., 2015; Nedelska et al., 2012). En este contexto, las alteraciones tempranas en la Cognición Espacial (CE), entendida como el conjunto de procesos que permiten representar el entorno, orientarse y navegar en él, se perfila como un marcador cognitivo temprano de la EA, dado que varios de sus componentes funcionales dependen de la integridad de esta red.

Específicamente, la formación y el uso de mapas cognitivos, es decir, representaciones mentales de la posición de los objetos en el espacio, ha sido crucial para entender los cambios funcionales y conductuales asociados a la progresión de la EA desde etapas tempranas. Estos mapas suelen conceptualizarse en términos de marcos de referencia específicos que dan lugar a estrategias de navegación particulares. Por un lado, el marco de referencia aloctónico se refiere a la capacidad de representar relaciones entre objetos o puntos del entorno de forma independiente de la posición actual del individuo, y se ha asociado principalmente con el hipocampo y regiones temporales mediales; por su parte, el marco de referencia egocéntrico implica codificar la ubicación de objetos o metas en relación con el propio cuerpo o punto de vista (Possin, 2010).

Respecto a las estrategias de navegación que pueden utilizarse se distinguen la Integración de senderos (*path integration*) que consiste en actualizar la posición y orientación propias a partir de señales de automovimiento, incluso en ausencia de claves externas (Ritchie et al., 2018); y la orientación espacial (*wayfinding*), que alude a la capacidad de planear, seguir y ajustar rutas hacia una meta (Verghese et al., 2017), mientras que la reorientación espacial implica recuperar la ubicación propia mediante claves geométricas o puntos de referencia del ambiente (*landmarks*) (Caffò et al., 2018). Finalmente, tanto las estrategias utilizadas para la navegación, como la formación de mapas cognitivos, se encuentran íntimamente relacionados con la memoria espacial, que comprende la codificación, almacenamiento y recuperación de ubicaciones, rutas o configuraciones espaciales (Wood et al., 2016).

Diversos estudios han documentado que adultos con factores de riesgo para la EA (e.g., portadores de APOE $\epsilon 4$), Deterioro Cognitivo Leve (DCL), DCL amnésico (aMCI) o EA leve, exhiben alteraciones espaciales medibles, incluso cuando el rendimiento de pruebas estándar de memoria episódica permanece dentro de rangos normativos. En población preclínica o genéticamente en riesgo, se han reportado diferencias en el comportamiento de navegación espacial y en tareas digitales de orientación, incluyendo estudios con *Sea Hero Quest* en adultos con riesgo genético por APOE $\epsilon 4$ (Allison et al., 2016; Coughlan et al., 2019). Asimismo, se han descrito alteraciones más específicas en mecanismos de path integration vinculados al riesgo genético y la conectividad funcional entorrinal-cingulada posterior (Coughlan et al., 2020), así como reducciones en representaciones tipo *grid-cell* en adultos con riesgo genético para EA (Kunz et al., 2015). En poblaciones prodrómicas o clínicas tempranas, como DCL y aMCI, se han observado dificultades en navegación aloccéntrica y egocéntrica, aprendizaje de rutas, memoria espacial y localización de metas, evaluadas mediante tareas de realidad virtual, paradigmas tipo *Morris Water Maze* variante humana y pruebas de memoria espacial como el *Four Mountains Test* (Wood et al., 2016; Laczó et al., 2017; Howett et al., 2019; Coughlan et al., 2018).

Estas alteraciones también se han examinado en relación con biomarcadores moleculares de la enfermedad, reducción volumétrica en corteza entorrinal e hipocampo, y patrones alterados de conectividad funcional en redes espaciales, lo que refuerza su potencial valor diagnóstico como marcador cognitivo temprano de la EA (Maass et al., 2019; Kunz et al., 2015; Coughlan et al., 2020; Berron et al., 2021).

A pesar de estos hallazgos, la evidencia disponible es heterogénea en la forma en que conceptualiza y evalúa la CE. Los estudios difieren en los constructos que abordan (e.g., *path integration* (PI), navegación egocéntrica o aloccéntrica, *wayfinding*), en las herramientas empleadas, que abarcan tareas de realidad virtual, pruebas de memoria espacial, tareas ecológicas en entornos reales; así como en las poblaciones estudiadas. Más que una limitación, esta heterogeneidad refleja una característica del campo y plantea la necesidad de analizar cómo se está conceptualizando y midiendo la CE para otorgar un marco general que oriente futuras investigaciones. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo describir el panorama actual de la CE en la EA, con énfasis en las definiciones conceptuales, los constructos y las herramientas de evaluación empleadas.

Métodos

Se utilizó una metodología de revisión de alcance, siguiendo las recomendaciones de los lineamientos para este tipo de estudios, PRISMA-ScR, con el objetivo de garantizar transparencia y reproducibilidad; la pregunta de investigación y los criterios de elegibilidad se organizaron de acuerdo con el marco PCC (*Population, Concept, Context*), recomendado para revisiones de alcance por su utilidad para delimitar preguntas amplias, conceptos centrales y contextos de investigación (Tricco et al., 2018). En esta revisión, la población correspondió a personas en riesgo de desarrollar EA o en estadios tempranos de la enfermedad; el concepto fue la CE y sus constructos asociados; y el contexto incluyó estudios empíricos que evaluaran su utilidad como marcador cognitivo temprano, su relación con biomarcadores/neuroimagen o su valor pronóstico. El proceso de cribado y la selección de los estudios se realizaron en la plataforma Rayyan (Ouzzani et al., 2016). La búsqueda, el cribado y la extracción de datos fueron realizados por un único revisor, mediante criterios de elegibilidad y una matriz de extracción previamente definidos.

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron estudios empíricos en humanos (i.e., transversales, casos y controles, estudios de validación/factibilidad y de neuroimagen/biomarcadores) que evaluaran o conceptualizaran la CE o constructos relacionados en poblaciones en riesgo de desarrollar EA y que analizaron su utilidad como marcador temprano de la EA, su relación con biomarcadores/neuroimagen de la enfermedad, o su valor pronóstico. Se consideraron estudios publicados entre 2015 y 2025, en inglés o español.

Estos criterios se definieron por su pertinencia para el estudio de la CE como potencial marcador cognitivo temprano de la EA. En particular, se incluyeron estudios que evaluaran la relación entre la CE y biomarcadores o medidas de neuroimagen, con el fin de considerar evidencia multimodal relevante para la detección temprana de la EA. Asimismo, el intervalo temporal se estableció con el fin de abordar la producción científica más reciente, caracterizada por el uso de paradigmas contemporáneos de evaluación de la CE. Finalmente, la inclusión de estudios publicados en inglés o español facilitó el acceso a la literatura científica predominante y más reciente en el área, así como la identificación de posible evidencia relevante potencialmente traducible a contextos hispanohablantes. Se excluyeron estudios en modelos animales, publicaciones que no reporten datos empíricos (e.g., revisiones de literatura), trabajos sin texto completo disponible, y aquellos que evalúan constructos o resultados no alineados con el objetivo de la revisión (*wrong construct/outcome*).

Fuentes de información y estrategia búsqueda

Se realizó una búsqueda estructurada a partir de los componentes del marco PCC, con un filtro temporal de 2015 a 2025 (última actualización: 10/09/2025) en tres bases de datos seleccionadas de acuerdo con su relevancia y pertinencia: PubMed, Scopus y APA PsycNet. Los resultados se exportaron a Rayyan para deduplicación y tamizaje de título y abstract. Se documentaron etiquetas de exclusión predefinidas (ver material suplementario 1). Las ecuaciones de búsqueda, incluyendo operadores booleanos y filtros aplicados se presentan en el material suplementario, en concordancia con los lineamientos PRISMA-ScR.

Análisis y síntesis de datos

Los datos extraídos se organizaron en una matriz de evidencia que incluyó: autores y año de publicación, modelo teórico, constructos evaluados y herramientas de medición. La síntesis se llevó a cabo de forma narrativa, identificando patrones conceptuales y metodológicos entre los estudios. Además, se elaboró un diagrama de flujo PRISMA para documentar el proceso de selección.

La información detallada de cada uno de los estudios incluidos se presenta en el material suplementario, dada su extensión, para facilitar su consulta y mantener claridad en el cuerpo principal del manuscrito.

Resultados

La búsqueda en las bases de datos arrojó un total de 558 registros. Tras la eliminación de duplicados, se evaluaron 249 títulos y resúmenes por título y *abstract*, de los cuales 177 fueron excluidos por no cumplir criterios de elegibilidad (ver Figura 1). Se revisaron 72 artículos completos excluyendo 12 estudios adicionales por motivos relacionados con población, constructo o tipo de publicación. Finalmente, 60 estudios fueron incluidos en la síntesis narrativa.

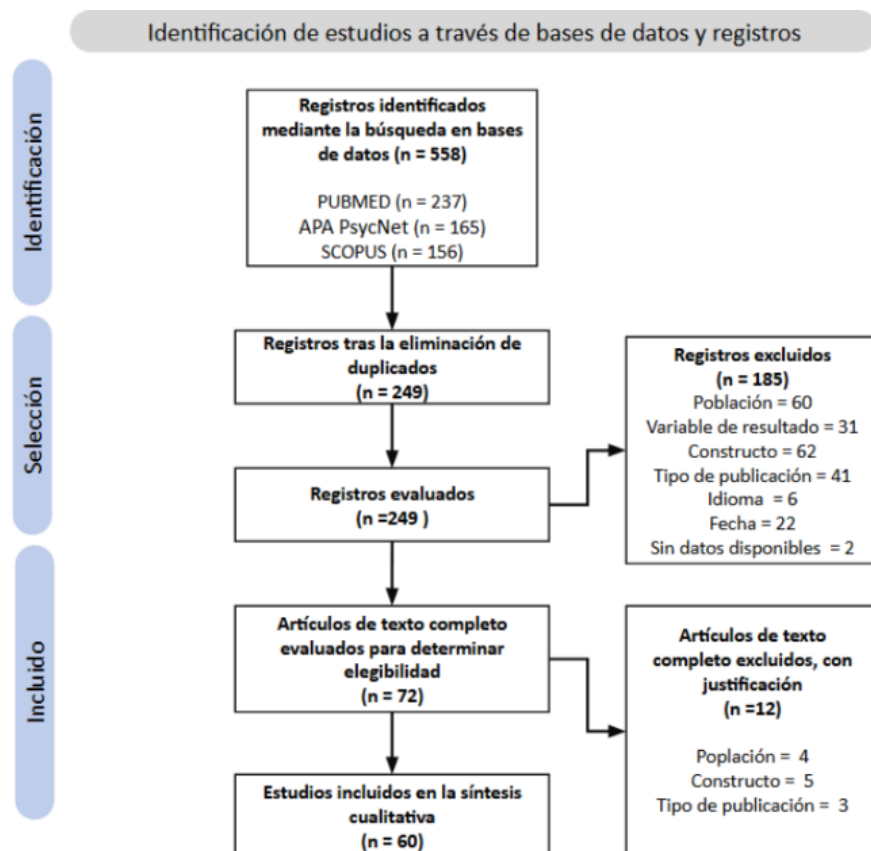


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de estudios.

Algunos registros excluidos durante el cribado fueron clasificados bajo más de una causa de exclusión; por esta razón, la suma de las categorías de exclusión puede exceder el número total de registros excluidos.

Características de los estudios incluidos

Los estudios seleccionados abarcan el periodo de la última década y evidencian un interés creciente por evaluar la CE como marcador cognitivo temprano de la EA. Sin embargo, sólo una minoría de los estudios revisados (13.3 %) proporciona una definición explícita del constructo. La mayoría (86.7 %) operacionaliza la CE mediante la descripción de sus componentes funcionales, sin una definición conceptual explícita o la adhesión a un marco teórico formal.

Desde una perspectiva funcional, el 91.7 % de los estudios conceptualiza la CE como una capacidad compuesta por múltiples dominios interrelacionados, tales como la representación interna del espacio, la orientación y la navegación, lo cual permite describirla como un constructo multidimensional (Lithfous et al., 2013; Coughlan et al., 2018). Esta visión funcional se articula a un enfoque neurocognitivo dominante en los estudios (80%), en los cuales se sitúa al sistema hipocampo-entorrinal como núcleo implicado en la base de estas actividades. Esto se justifica por su papel en el mapeo espacial, la codificación de trayectorias y la representación aloclétrica del entorno (Possin, 2010).

De manera consistente, los estudios conceptualizan la CE a través de subdominios funcionales medibles, que actúan como base conceptual para la evaluación. Entre estos se destacan la PI (Coughlan et al., 2018; Chrastil, 2013; Wiener et al., 2011), la navegación egocéntrica y aloclétrica (Possin, 2010; Lithfous et al., 2013), el uso de *landmarks* y claves geométricas (Marchette et al., 2015; Keinath et al., 2017), la memoria espacial (Moodley et al., 2016; Serino & Riva., 2013), el *wayfinding* y la reorientación espacial (Boccia et al., 2019; Caffó et al., 2018; Tu et al., 2015). En conjunto, estos dominios constituyen vías observables y cuantificables para estudiar el funcionamiento del sistema hipocampo-entorrinal y sus redes asociadas, permitiendo aproximaciones conductuales a mecanismos neurocognitivos tempranamente comprometidos.

Aunque estos subdominios apuntan a un núcleo funcional común: la capacidad de actualizar la posición y orientación propias y de construir o utilizar un mapa interno del entorno; su conceptualización varía ampliamente entre los estudios. Asimismo, las herramientas utilizadas para su evaluación son heterogéneas. La revisión arrojó que se emplean diferentes tecnologías como realidad virtual (RV) inmersiva, tareas de escritorio o tareas de navegación en entornos reales. Asimismo, se evidenció el uso de métricas no equivalentes; por ejemplo, error angular (Colmant et al., 2025) frente a latencia (Bierbrauer et al., 2020) o eficiencia de ruta (Howett et al., 2019).

En conjunto, los estudios revisados muestran una convergencia conceptual, que se evidencia en el uso de los mismos constructos principales, junto con una divergencia metodológica, reflejada en las diferentes metodologías y paradigmas utilizados para su medición.

Respecto a las herramientas empleadas, se observa una dominancia de paradigmas con mayor validez ecológica, sobresaliendo tareas en realidad virtual inmersiva (Coughlan et al., 2018; Serino et al., 2015; Shima, S., 2025; Weniger et al., 2011), variantes humanas del *Morris*

Water Maze (Laczó et al., 2010;) pruebas de orientación espacial como el *Four Mountains Test* (Chan, D., 2016) y escenarios reales controlados (Mokrisova, 2016).

Adicionalmente, de los 60 estudios incluidos, aproximadamente el 35% combinaron tareas conductuales con biomarcadores o neuroimagen estructural o funcional (Wood et al., 2016; Mokrisova et al., 2016; Ritchie et al., 2018; Coughlan et al., 2020; Laczó et al., 2025; Colmant et al., 2025), permitiendo correlacionar el rendimiento en pruebas espaciales con indicadores cerebrales específicos. Las técnicas más utilizadas fueron MRI estructural (para medir volumen o atrofia en hipocampo y corteza entorrinal), PET (para detectar acumulación de tau o beta-amiloide), análisis de conectividad funcional (por fMRI) y biomarcadores neuroquímicos como los niveles de tau y A β en líquido cefalorraquídeo (CSF).

Discusión

La presente revisión mapea el panorama actual de la CE como marcador cognitivo temprano de la EA, destacando una producción científica creciente en la última década sobre el papel central del sistema hipocampo-entorrinal en la representación del espacio, la orientación y la navegación, y su relación con la enfermedad. No obstante, pese al consenso neurobiológico, la evidencia muestra una notable heterogeneidad conceptual y metodológica en la caracterización y evaluación de las alteraciones tempranas de la CE, lo que limita su consolidación como marcador cognitivo estándar en etapas preclínicas y prodrómicas de la EA. Esta diversidad metodológica pone de relieve la ausencia de estandarización en la evaluación de la CE y, de forma más fundamental, la falta de un marco teórico integrador desde el cual definirla, estructurar sus componentes y orientar su operacionalización.

Un hallazgo clave es la falta de definiciones formales en la mayoría de los estudios incluidos. Si bien los autores recurren de manera sistemática a constructos medibles, como PI, navegación aloécéntrica y egocéntrica, uso de *landmarks*, *wayfinding* y memoria espacial (Castegnaro et al., 2023; Tuena et al., 2024; Parizkova et al., 2018; Bažadona et al., 2020; Moussavi et al., 2022), estos se presentan con frecuencia como dominios aislados antes que como componentes articulados de un modelo teórico coherente.

Pese a ello, se identifican patrones comunes que permiten analizar dos enfoques teóricos: un modelo representacional, que concibe la CE como la construcción de representaciones internas del entorno (marcos egocéntricos y aloécéntricos), y un modelo funcional o de red, centrado en el papel de la red hipocampo-entorrinal y mecanismos como *grid cells* y *place cells* (Chrastil, 2013; Possin, 2010; Kunz et al., 2015; Coughlan et al., 2018). Si bien estos enfoques no son declarados de manera formal por los autores, los estudios seleccionados pueden categorizarse dentro de estos modelos a partir de las tareas utilizadas y los fundamentos neurocognitivos que señalan.

Esta fragmentación suscita cuestionamientos respecto a la validez del constructo o la adecuación conceptual de las investigaciones centradas en las alteraciones tempranas de la CE como marcador cognitivo temprano de la EA. La revisión sugiere que los estudios convergen en un núcleo funcional común, pero difieren en cómo lo operacionalizan. Es decir, aunque los constructos se repiten, cada investigación aborda porciones parciales del fenómeno, utilizando tareas, métricas y condiciones experimentales no equivalentes. Esto genera una convergencia conceptual parcial, que deriva en una divergencia metodológica, que dificulta la comparación

de resultados y la acumulación sistemática de evidencia (Coughlan et al., 2018; Lithfous et al., 2013).

Esto sugiere que, aunque existe claridad práctica sobre cómo medir la CE, aún no hay un consenso sobre qué es exactamente este constructo y cómo se interrelacionan sus componentes. Tal brecha no refleja falta de evidencia sino falta de integración; la literatura opera con un paradigma funcional y representacional, sustentado en redes hipocampales-entorrinales, pero sin un marco teórico explícito. Este vacío conceptual afecta directamente la posibilidad de desarrollar baterías comparables y criterios de evaluación homogéneos.

Pese a esta heterogeneidad, se observa una convergencia en torno a la relevancia de la red hipocampo-entorrinal, particularmente la corteza entorrinal medial y el hipocampo, como estructuras sensibles a alteraciones tempranas de la CE en el continuo de la EA. Estas dos regiones son las más frecuentemente destacadas en los estudios dada su relación con las place y grid cells, y su vulnerabilidad estructural temprana, así como su susceptibilidad a la patología tau y beta amiloide (Berron et al., 2021; Coughlan et al., 2018; Therriault et al., 2022; Nedelska et al., 2012). Si bien no se trata del único sistema cerebral involucrado en la CE, su vulnerabilidad a la EA preclínica y prodrómica las convierten en estructuras críticas para el desarrollo de marcadores para la detección precoz.

Un aspecto emergente es la tendencia creciente hacia paradigmas con mayor validez ecológica, tales como entornos de RV inmersiva, tareas tipo *Four Mountains Test*, variantes del *Morris Water Maze* humano y escenarios reales controlados. Estas herramientas permiten evaluar el comportamiento espacial en condiciones próximas a la vida diaria, registrando trayectorias, estrategias y errores con sensibilidad a cambios sutiles. Asimismo, se destaca la integración de medidas de neuroimagen y biomarcadores con tareas conductuales. Un tercio de los estudios revisados adoptó un enfoque multimodal, asociando el rendimiento en pruebas espaciales con variables neurobiológicas como volumen hipocampal/entorrinal, conectividad funcional o carga de tau y amiloide (e.g. Parizkova et al., 2018; Bažadona et al., 2020; Coughlan et al., 2020; Ritchie et al., 2018; Mokrisova et al., 2016; Newton et al., 2024). Esto fortalece el argumento de la CE como un marcador temprano, al vincular los cambios cognitivos/funcionales con procesos neuropatológicos característicos de la EA.

En síntesis, estos hallazgos subrayan la necesidad de avanzar hacia una definición conceptual unificada de CE que articule sus componentes observables (e.g., PI, marcos egocéntrico-alocéntrico, uso de claves espaciales) con el sustrato neurobiológico que los posibilita. La ausencia de estandarización limita la comparabilidad de estudios, la creación de normas y la integración de protocolos clínicos. En este sentido, consolidar un marco teórico común que soporten marcos metodológicos integrados es crítico para desarrollar baterías sensibles, comparables y aplicables en escenarios de tamizaje precoz, idealmente integrando tareas ecológicas en realidad virtual, medidas conductuales y biomarcadores.

Desde una perspectiva clínica, este esfuerzo adquiere relevancia en escenarios de atención primaria, donde los marcadores cognitivos podrían llegar a tener un rol central como primer nivel de detección oportuna. Como señalan Levy et al. (2016), las medidas cognitivas permiten una aproximación temprana, no invasiva y escalable al proceso neurodegenerativo, facilitando la identificación de personas que requieren evaluaciones especializadas posteriores. En este contexto, la investigación de la CE contribuirá a que evolucione de un constructo

investigativo prometedor a un componente formal en estrategias de detección temprana de la EA.

Limitaciones

Esta revisión tiene ciertas limitaciones inherentes a su diseño y proceso metodológico. En primer lugar, al tratarse de una revisión de alcance, su objetivo fue mapear la evidencia más que evaluar formalmente el riesgo de sesgo o sintetizar efectos cuantitativos, lo que limita la estimación comparativa entre estudios.

En segundo lugar, la marcada heterogeneidad entre los estudios incluidos, en términos de paradigmas, métricas, entornos de evaluación, poblaciones y constructos analizados, limitó la posibilidad de realizar comparaciones directas o análisis agregados. Esta diversidad metodológica constituye, al mismo tiempo, un hallazgo central de la revisión y una restricción para la interpretación integrada de la evidencia.

En tercer lugar, aunque se efectuó una búsqueda estructurada en tres bases de datos y se incluyeron estudios en inglés y español, es posible la presencia de sesgo de publicación e idioma, así como la exclusión de literatura gris o de estudios relevantes no indexados en las fuentes consultadas. Adicionalmente, el protocolo de esta revisión no fue registrado previamente en una plataforma pública, lo cual limita la trazabilidad externa de las decisiones metodológicas adoptadas durante el proceso.

Otra limitación corresponde a que la búsqueda, el cribado y la extracción de datos fueron realizados por un único revisor, sin verificación independiente ni extracción por duplicado. Esto puede aumentar el riesgo de errores o sesgos en la selección, codificación e interpretación de la información. Para mitigar esta limitación, se utilizaron criterios de elegibilidad predefinidos, etiquetas de exclusión en Rayyan y una matriz estructurada de extracción.

Finalmente, varios artículos incluidos no presentaron una definición explícita de CE ni declararon de manera formal el modelo teórico que orientaba la evaluación. En estos casos, la clasificación del marco conceptual se realizó a partir de las tareas, métricas y constructos reportados por cada estudio, por lo que dicha interpretación depende de la información disponible en los artículos primarios.

Conclusiones

La CE constituye un dominio cognitivo particularmente sensible a los cambios tempranos asociados con la EA. Aunque la literatura converge en ubicar su fundamento funcional en el sistema hipocampo-entorrinal, persiste una marcada heterogeneidad en su conceptualización y medición, lo que dificulta su consolidación como marcador cognitivo formal en investigación y clínica.

Si bien los estudios revisados aportan evidencia sobre la sensibilidad de la CE como marcador temprano de la EA, la falta de un marco teórico limita tanto su consolidación clínica como investigativa. Contar con un modelo bien definido no solo organiza

conceptualmente los dominios implicados, sino que permite generar hipótesis específicas, desarrollar herramientas comparables y establecer criterios normativos. Esto es esencial para

traducir hallazgos en protocolos estandarizados, replicables y sostenibles. Como señalan Varpio et al. (2020), los marcos teóricos permiten entender no sólo *qué funciona*, sino *por qué* y *en qué condiciones*, permiten construir una “lente explicativa” que da coherencia al campo, guía el diseño metodológico y ayuda a identificar vacíos reales de conocimiento, más allá de hallazgos empíricos aislados.

La consolidación de la CE como marcador cognitivo temprano, a través del estudio de sus alteraciones, dependerá de avances coordinados en al menos cuatro frentes complementarios. En primer lugar, se requiere una estandarización conceptual que delimite con mayor precisión los subdominios funcionales de la CE y su relación entre sí. En segundo lugar, es necesario avanzar en la validación metodológica de las tareas utilizadas, favoreciendo la comparabilidad entre estudios y la definición de métricas comunes. En tercer lugar, la integración multimodal de medidas conductuales con biomarcadores y neuroimagen permitirá alinear la evaluación cognitiva con el modelo biológico de la enfermedad. Finalmente, la evaluación longitudinal resulta clave para comprender la evolución temporal de las alteraciones y su potencial valor pronóstico.

No obstante, la integración multimodal también plantea desafíos metodológicos relevantes. Si bien la incorporación simultánea de medidas conductuales, biomarcadores moleculares, neuroimagen estructural y conectividad funcional puede aumentar el poder estadístico de los modelos y su capacidad predictiva, también introduce riesgos de redundancia o inflación de la varianza explicada cuando las variables incluidas se encuentran altamente correlacionadas (Harrell, 2015; Steyerberg, 2019). La inclusión de predictores redundantes o información repetida puede dificultar la interpretación del aporte específico de cada variable, aumentar la complejidad del modelo y reducir su estabilidad, por lo que se recomienda evaluar la contribución incremental de los predictores, agrupar variables relacionadas o reducir dimensiones cuando sea necesario (Harrell, 2015; Moons et al., 2015; Steyerberg, 2019).

Por su parte, el acceso abierto a datos primarios es clave para el futuro del desarrollo de modelos integradores de CE en la EA. Dado que muchos estudios del campo utilizan muestras pequeñas, tareas heterogéneas y métricas no equivalentes, la disponibilidad de datos de múltiples estudios permitiría aumentar el poder estadístico, realizar análisis comparativos, validar modelos en muestras independientes y explorar la influencia de variables complementarias como edad, sexo, o exposición a la tecnología en muestras heterogéneas. Sin embargo, el alcance de esta iniciativa de ciencia abierta dependerá de la calidad y estandarización del reporte de la evidencia; la utilidad de los datos compartidos reposará sobre la transparencia y rigurosidad del reporte de procedimientos, resultados y modelos teóricos que soportaron los estudios originales. En este sentido, el acceso abierto puede facilitar la construcción de modelos normativos e integradores más robustos y representativos que impulsen el desarrollo de modelos teóricos integradores.

En conjunto, esta revisión muestra que la CE constituye un campo prometedor para la detección temprana de la EA, pero también evidencia que su consolidación dependerá de una mayor articulación conceptual, metodológica y analítica. Avanzar hacia definiciones comunes, tareas comparables, métricas estandarizadas, estudios longitudinales y modelos multimodales bien validados permitirá determinar con mayor precisión qué medidas espaciales aportan información adicional frente a marcadores biológicos y cognitivos ya establecidos. De este modo, la CE podrá pasar de ser un constructo investigativo emergente a una herramienta con mayor potencial de aplicación clínica y valor pronóstico.

El material suplementario 2 y 3 (estrategias de búsqueda y Tabla de extracción completa) respaldan la transparencia del proceso y pueden servir como base para esfuerzos de estandarización.

Financiamiento

Los autores no recibieron ningún apoyo financiero para la investigación, la redacción y/o la publicación de este artículo.

Referencias

1. Albert, M. S., DeKosky, S. T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H. H., Fox, N. C., Gamst, A., Holtzman, D. M., Jagust, W. J., Petersen, R. C., Snyder, P. J., Carrillo, M. C., Thies, B., & Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association*, 7(3), 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.008>
2. Allison, S. L., Fagan, A. M., Morris, J. C., & Head, D. (2016). Spatial Navigation in Preclinical Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 52(1), 77–90. <https://doi.org/10.3233/JAD-150855>
3. Bažadona, D., Fabek, I., Babić Leko, M., Bobić Rasonja, M., Kalinić, D., Bilić, E., Raguž, J. D., Mimica, N., Borovečki, F., Hof, P. R., & Šimić, G. (2020). A non-invasive hidden-goal test for spatial orientation deficit detection in subjects with suspected mild cognitive impairment. *Journal of Neuroscience Methods*, 332, 108547. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2019.108547>
4. Berron, D., Vogel, J. W., Insel, P. S., Pereira, J. B., Xie, L., Wisse, L. E. M., Yushkevich, P. A., Palmqvist, S., Mattsson-Carlgren, N., Stomrud, E., Smith, R., Strandberg, O., & Hansson, O. (2021). Early stages of tau pathology and its associations with functional connectivity, atrophy and memory. *Brain: a journal of neurology*, 144(9), 2771–2783. <https://doi.org/10.1093/brain/awab114>
5. Bierbrauer, A., Kunz, L., Gomes, C. A., Luhmann, M., Deuker, L., Getzmann, S., Wascher, E., Gajewski, P. D., Hengstler, J. G., Fernandez-Alvarez, M., Atienza, M., Cammisuli, D. M., Bonatti, F., Pruneti, C., Percesepe, A., Bellaali, Y., Hanseeuw, B., Strange, B. A., Cantero, J. L., & Axmacher, N. (2020). Unmasking selective path integration deficits in Alzheimer's disease risk carriers. *Science advances*, 6(35), eaba1394. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1394>
6. Bird, C. M., Chan, D., Hartley, T., Pijnenburg, Y. A., Rossor, M. N., & Burgess, N. (2010). Topographical short-term memory differentiates Alzheimer's disease from frontotemporal lobar degeneration. *Hippocampus*, 20(10), 1154–1169. <https://doi.org/10.1002/hipo.20715>
7. Boccia, M., Di Vita, A., Diana, S., Margiotto, R., Imbriano, L., Rendace, L., Campanelli, A., D'Antonio, F., Trebbastoni, A., de Lena, C., Piccardi, L., & Guariglia, C. (2019). Is losing one's way a sign of cognitive decay? Topographical memory deficit as an early marker of pathological aging. *Journal of Alzheimer's Disease*, 68(2), 679–693. <https://doi.org/10.3233/JAD-180890>
8. Braak, H., & Braak, E. (1991). Neuropathological staging of Alzheimer-related changes. *Acta neuropathologica*, 82(4), 239–259. <https://doi.org/10.1007/BF00308809>

9. Caffò, A. O., Lopez, A., Spano, G., Serino, S., Cipresso, P., Stasolla, F., Savino, M., Lancioni, G. E., Riva, G., & Bosco, A. (2018). Spatial reorientation decline in aging: The combination of geometry and landmarks. *Aging and Mental Health*, 22(10), 1372-1383. <https://doi.org/10.1080/13607863.2017.1354973>
10. Caffò, A. O., Lopez, A., Spano, G., Stasolla, F., Serino, S., Cipresso, P., Riva, G., & Bosco, A. (2020). The differential effect of normal and pathological aging on egocentric and allocentric spatial memory in navigational and reaching space. *Neurological Sciences*, 41(7), 1741-1749. <https://doi.org/10.1007/s10072-020-04261-4>
11. Cammisuli, D. M., Bellocchio, V., Milesi, A., N Aiello, E. N., Poletti, B., Verde, F., Silani, V., Ticozzi, N., Marchesi, G., & Granese, V. (2024). Behavioral Alterations of Spatial Cognition and Role of the Apolipoprotein E- ϵ 4 in Patients with MCI Due to Alzheimer's Disease: Results from the BDSC-MCI Project. *Journal of Clinical Medicine*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/jcm13185447>
12. Cammisuli, D. M., Isella, V., Verde, F., Silani, V., Ticozzi, N., Pomati, S., Bellocchio, V., Granese, V., Vignati, B., & Marchesi, G. (2024). Behavioral Disorders of Spatial Cognition in Patients with Mild Cognitive Impairment due to Alzheimer's Disease: Preliminary Findings from the BDSC-MCI Project. *Journal of Clinical Medicine*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/jcm13041178>
13. Cammisuli, D. M., Marchesi, G., Bellocchio, V., N Aiello, E. N., Poletti, B., Verde, F., Silani, V., Ticozzi, N., Zago, S., & Difonzo, T. (2024). Behavioral Disorders of Spatial Cognition in Patients with Mild Cognitive Impairment Due to Alzheimer's Disease (The BDSC-MCI Project): Ecological Validity of the Corsi Learning Suvra-Span Test. *Journal of Personalized Medicine*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/jpm14050539>
14. Castegnaro, A., Ji, Z., Rudzka, K., Chan, D., & Burgess, N. (2023). Overestimation in angular path integration precedes Alzheimer's dementia. *Current Biology: CB*, 33(21), 4650-4661.e7. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.09.047>
15. Chan, D., Gallaher, L. M., Moodley, K., Minati, L., Burgess, N., & Hartley, T. (2016). The 4 Mountains Test: A Short Test of Spatial Memory with High Sensitivity for the Diagnosis of Pre-dementia Alzheimer's Disease. *Journal of visualized experiments: JoVE*, (116), 54454. <https://doi.org/10.3791/54454>
16. Chrastil E. R. (2013). Neural evidence supports a novel framework for spatial navigation. *Psychonomic bulletin & review*, 20(2), 208-227. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0351-6>
17. Chen, Q., Chen, F., Long, C., Zhu, Y., Jiang, Y., Zhu, Z., Lu, J., Zhang, X., Nedelska, Z., & Hort, J. (2023). Spatial navigation is associated with subcortical alterations and progression risk in subjective cognitive decline. *Alzheimer's Research and Therapy*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13195-023-01233-6>
18. Chen, Q., Chen, F., Zhu, Y., Long, C., Lu, J., Zhang, X., Nedelska, Z., Hort, J., Chen, J., & Ma, G. (2023). Reconfiguration of brain network dynamics underlying spatial deficits in subjective cognitive decline. *Neurobiology of Aging*, 127, 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2023.03.006>
19. Chen, Q., Qing, Z., Jin, J., Sun, Y., Chen, W., Lu, J., Lv, P., Liu, J., Li, X., & Wang, J. (2021). Ego- and allo-network disconnection underlying spatial disorientation in subjective cognitive decline. *Cortex*, 137, 35-48. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2020.12.022>
20. Chen, Q., Wu, S., Li, X., Sun, Y., Chen, W., Lu, J., Zhang, W., Liu, J., Qing, Z., & Nedelska, Z. (2021). Basal Forebrain Atrophy Is Associated With Allocentric Navigation Deficits in Subjective Cognitive Decline. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.596025>

21. Colmant, L., Quenon, L., Huyghe, L., Ivanoiu, A., Gerard, T., Lhommel, R., Coppens, P., Salman, Y., Malotaux, V., & Dricot, L. (2025). Rotation errors in path integration are associated with Alzheimer's disease tau pathology: A cross-sectional study. *Alzheimer's Research and Therapy*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13195-025-01679-w>
22. Coughlan, G., Laczó, J., Hort, J., Minihane, A. M., & Hornberger, M. (2018). Spatial navigation deficits - overlooked cognitive marker for preclinical Alzheimer disease? *Nature reviews. Neurology*, 14(8), 496–506. <https://doi.org/10.1038/s41582-018-0031-x>
23. Coughlan, G., Coutrot, A., Khondoker, M., Minihane, A.-M., Spiers, H., & Hornberger, M. (2019). Toward personalized cognitive diagnostics of at-genetic-risk Alzheimer's disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(19), 9285–9292. <https://doi.org/10.1073/pnas.1901600116>
24. Coughlan, G., Larsen, R., Kim, M., White, D., Gillings, R., Irvine, M., Scholey, A., Cohen, N., Legido-Quigley, C., & Hornberger, M. (2021). APOE ϵ 4 alters associations between docosahexaenoic acid and preclinical markers of Alzheimer's disease. *Brain Communications*, 3(2). <https://doi.org/10.1093/braincomms/fcab085>
25. Coughlan, G., Plumb, W., Zhukovsky, P., Aung, M. H., & Hornberger, M. (2023). Vestibular contribution to path integration deficits in 'at-genetic-risk' for Alzheimer's disease. *PLOS ONE*, 18(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278239>
26. Coughlan, G., Puthusseryppady, V., Lowry, E., Gillings, R., Spiers, H., Minihane, A.-M., & Hornberger, M. (2020). Test-retest reliability of spatial navigation in
27. adults at-risk of Alzheimer's disease. *PLOS ONE*, 15(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239077>
28. Coughlan, G., Zhukovsky, P., Puthusseryppady, V., Gillings, R., Minihane, A.-M., Cameron, D., & Hornberger, M. (2020). Functional connectivity between the entorhinal and posterior cingulate cortices underpins navigation discrepancies in at-risk Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 90, 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2020.02.007>
29. da Costa, R. Q. M., Pompeu, J. E., Moretto, E., da Silva, J. M., Dos Santos, M. D., Nitrini, R., & Dozzi Brucki, S. M. D. (2022). Two Immersive Virtual Reality Tasks for the Assessment of Spatial Orientation in Older Adults with and Without Cognitive Impairment: Concurrent Validity, Group Comparison, and Accuracy Results. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 28(5), 460–472. <https://doi.org/10.1017/S1355617721000655>
30. Dubois, B., Hampel, H., Feldman, H. H., Scheltens, P., Aisen, P., Andrieu, S., Bakardjian, H., Benali, H., Bertram, L., Blennow, K., Broich, K., Cavado, E., Crutch, S., Dartigues, J. F., Duyckaerts, C., Epelbaum, S., Frisoni, G. B., Gauthier, S., Genthon, R., Gouw, A. A., ... Proceedings of the Meeting of the International Working Group (IWG) and the American Alzheimer's Association on "The Preclinical State of AD"; July 23, 2015; Washington DC, USA (2016). Preclinical Alzheimer's disease: Definition, natural history, and diagnostic criteria. *Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association*, 12(3), 292–323. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.02.002>
31. Gellersen, H. M., Coughlan, G., Hornberger, M., & Simons, J. S. (2021). Memory precision of object-location binding is unimpaired in APOE ϵ 4-carriers with spatial navigation deficits. *Brain Communications*, 3(2). <https://doi.org/10.1093/braincomms/fcab087>
32. Hanyu, H., Koyama, Y., Umekida, K., Watanabe, S., Matsuda, H., Koike, R., & Takashima, A. (2024). Path Integration Detects Prodromal Alzheimer's Disease and Predicts Cognitive Decline. *Journal of Alzheimer's Disease*, 101(2), 651–660. <https://doi.org/10.3233/JAD-240347>

33. Harrell, F. E., Jr. (2015). Regression modeling strategies: With applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19425-7>
34. Hashimoto, R., Uechi, M., & Komori, N. (2020). Egocentric and Allocentric Spatial Cognition in Amnesic Mild Cognitive Impairment and Early Alzheimer's Disease. *European Neurology*, 83(4), 395-403. <https://doi.org/10.1159/000509495>
35. Howett, D., Castegnaro, A., Krzywicka, K., Hagman, J., Marchment, D., Henson, R., Rio, M., King, J. A., Burgess, N., & Chan, D. (2019). Differentiation of mild cognitive impairment using an entorhinal cortex-based test of virtual reality navigation. *Brain*, 142(6), 1751-1766. <https://doi.org/10.1093/brain/awz116>
36. Igarashi K. M. (2023). Entorhinal cortex dysfunction in Alzheimer's disease. *Trends in neurosciences*, 46(2), 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2022.11.006> Jack, C. R., Jr, Bennett, D. A., Blennow, K., Carrillo, M. C., Dunn, B., Haeblerlein, S. B., Holtzman, D. M., Jagust, W., Jessen, F., Karlawish, J., Liu, E., Molinuevo, J. L., Montine, T., Phelps, C., Rankin, K. P., Rowe, C. C., Scheltens, P., Siemers, E., Snyder, H. M., Sperling, R., ... Contributors (2018). NIA-AA Research Framework: Toward a biological definition of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association*, 14(4), 535–562. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.02.018>
37. Keinath, A. T., Julian, J. B., Epstein, R. A., & Muzzio, I. A. (2017). Environmental Geometry Aligns the Hippocampal Map during Spatial Reorientation. *Current biology: CB*, 27(3), 309–317. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.11.046>
38. Khan, U. A., Liu, L., Provenzano, F. A., Berman, D. E., Profaci, C. P., Sloan, R., Mayeux, R., Duff, K. E., & Small, S. A. (2014). Molecular drivers and cortical spread of lateral entorhinal cortex dysfunction in preclinical Alzheimer's disease. *Nature neuroscience*, 17(2), 304–311. <https://doi.org/10.1038/nn.3606>
39. Kunz, L., Schröder, T. N., Lee, H., Montag, C., Lachmann, B., Sariyska, R., Reuter, M., Stirnberg, R., Stöcker, T., Messing-Floeter, P. C., Fell, J., Doeller, C. F., & Axmacher, N. (2015). Reduced grid-cell-like representations in adults at genetic risk for Alzheimer's disease. *Science (New York, N.Y.)*, 350(6259), 430–433. <https://doi.org/10.1126/science.aac8128>
40. Laczó, J., Andel, R., Vyhnalek, M., Vlcek, K., Magerova, H., Varjassyova, A., Tolar, M., & Hort, J. (2010). Human analogue of the morris water maze for testing subjects at risk of Alzheimer's disease. *Neuro-degenerative diseases*, 7(1-3), 148–152. <https://doi.org/10.1159/000289226>
41. Laczó, J., Andel, R., Nedelska, Z., Vyhnalek, M., Vlcek, K., Crutch, S., Harrison, J., & Hort, J. (2017). Exploring the contribution of spatial navigation to cognitive functioning in older adults. *Neurobiology of Aging*, 51, 67–70. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2016.12.003>
42. Laczó, M., Martinkovič, L., Lerch, O., Wiener, J. M., Kalinova, J., Matušková, V., Nedelska, Z., Vyhnálek, M., Hort, J., & Laczó, J. (2022). Different Profiles of Spatial Navigation Deficits In Alzheimer's Disease Biomarker-Positive Versus Biomarker-Negative Older Adults With Amnesic Mild Cognitive Impairment. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.886778>
43. Laczó, M., Svacova, Z., Lerch, O., Martinkovič, L., Krejci, M., Nedelska, Z., Horakova, H., Maťoška, V., Vyhnálek, M., & Hort, J. (2025). Spatial navigation deficits in early Alzheimer's disease: The role of biomarkers and APOE genotype. *Journal of Neurology*, 272(6). <https://doi.org/10.1007/s00415-025-13151-8>
44. Laczó, M., Svatkova, R., Lerch, O., Martinkovič, L., Zuntychova, T., Nedelska, Z., Horakova, H., Vyhnálek, M., Hort, J., & Laczó, J. (2024). Spatial navigation

- questionnaires as a supportive diagnostic tool in early Alzheimer's disease. *iScience*, 27(6). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.109832>
45. Lai, C.-H., & Pai, M.-C. (2024). The feasibility and practicality of auxiliary detection of spatial navigation impairment in patients with mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease by using virtual reality. *Heliyon*, 10(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24748>
 46. Laurens, B., Planche, V., Cubizolle, S., Declerck, L., Dupouy, S., Formaglio, M., Koric, L., Seassau, M., Tilikete, C., & Vighetto, A. (2019). A Spatial Decision Eye-Tracking Task in Patients with Prodromal and Mild Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 71(2), 613-621. <https://doi.org/10.3233/JAD-190549>
 47. Lerch, O., Laczó, M., Vyhnálek, M., Nedelska, Z., Hort, J., & Laczó, J. (2022). APOE ϵ 4 Allele Moderates the Association between Basal Forebrain Nuclei Volumes and Allocentric Navigation in Older Adults Without Dementia. *Journal of Alzheimer's Disease*, 86(1), 155-171. <https://doi.org/10.3233/JAD-215034>
 48. Levine, T. F., Allison, S. L., Dessenberger, S. J., & Head, D. (2024). Clinical utility of self- and informant-reported memory, attention, and spatial navigation in detecting biomarkers associated with Alzheimer disease in clinically normal adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 30(3), 232-243. <https://doi.org/10.1017/S1355617723000528>
 49. Levine, T. F., Allison, S. L., Stojanovic, M., Fagan, A. M., Morris, J. C., & Head, D. (2020). Spatial navigation ability predicts progression of dementia symptomatology. *Alzheimer's and Dementia*, 16(3), 491-500. <https://doi.org/10.1002/alz.12031>
 50. Levine, T. F., Dessenberger, S. J., Allison, S. L., & Head, D. (2024). Alzheimer disease biomarkers are associated with decline in subjective memory, attention, and spatial navigation ability in clinically normal adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 30(4), 313-327. <https://doi.org/10.1017/S135561772300070X>
 51. Levy, B., Tsoy, E., & Gable, S. (2016). Developing Cognitive Markers of Alzheimer's Disease for Primary Care: Implications for Behavioral and Global Prevention. *Journal of Alzheimer's disease : JAD*, 54(4), 1259–1272. <https://doi.org/10.3233/JAD-160309>
 52. Lithfous, S., Dufour, A., & Després, O. (2013). Spatial navigation in normal aging and the prodromal stage of Alzheimer's disease: insights from imaging and behavioral studies. *Ageing Research Reviews*, 12(1), 201–213. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2012.04.007>
 53. Lorentzen, I. M., Espenes, J., Eliassen, I. V., Hessen, E., Waterloo, K., Nakling, A., Gísladóttir, B., Jarholm, J., Fladby, T., & Kirsebom, B.-E. (2025). Investigating the relationship between allocentric spatial working memory and biomarker status in preclinical and prodromal Alzheimer's disease. *Applied Neuropsychology. Adult*, 32(4), 1074-1086.
 54. Maass, A., Berron, D., Harrison, T. M., Adams, J. N., La Joie, R., Baker, S., Mellinger, T., Bell, R. K., Swinnerton, K., Inglis, B., Rabinovici, G. D., Düzel, E., & Jagust, W. J. (2019). Alzheimer's pathology targets distinct memory networks in the ageing brain. *Brain: a journal of neurology*, 142(8), 2492–2509. <https://doi.org/10.1093/brain/awz154>
 55. Marchette, S. A., Vass, L. K., Ryan, J., & Epstein, R. A. (2015). Outside Looking In: Landmark Generalization in the Human Navigational System. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 35(44), 14896–14908. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2270-15.2015>
 56. Marquardt, J., Mohan, P., Spiliopoulou, M., Glanz, W., Butryn, M., Kuehn, E., Schreiber, S., Maass, A., & Diersch, N. (2024). Identifying older adults at risk for dementia based

- on smartphone data obtained during a wayfinding task in the real world. *PLOS Digital Health*, 3(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000613>
57. Migo, E. M., O'Daly, O., Mitterschiffthaler, M., Antonova, E., Dawson, G. R., Dourish, C. T., Craig, K. J., Simmons, A., Wilcock, G. K., & McCulloch, E. (2016). Investigating virtual reality navigation in amnesic mild cognitive impairment using fMRI. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 23(2), 196-217. <https://doi.org/10.1080/13825585.2015.1073218>
 58. Mohammadi, A., Kargar, M., & Hesami, E. (2018). Using virtual reality to distinguish subjects with multiple- but not single-domain amnesic mild cognitive impairment from normal elderly subjects. *Psychogeriatrics*, 18(2), 132-142. <https://doi.org/10.1111/psyg.12301>
 59. Mokrišová, I., Laczó, J., Anděl, R., Gážová, I., Vyhnálek, M., Nedelska, Z., Levčík, D., Cerman, J., Vlček, K., & Hort, J. (2016). Real-space path integration is impaired in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Behavioural Brain Research*, 307, 150-158. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.03.052>
 60. Moons, K. G. M., Altman, D. G., Reitsma, J. B., Ioannidis, J. P. A., Macaskill, P., Steyerberg, E. W., Vickers, A. J., Ransohoff, D. F., & Collins, G. S. (2015). Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): Explanation and elaboration. *Annals of Internal Medicine*, 162(1), W1-W73. <https://doi.org/10.7326/M14-0698>
 61. Moussavi, Z., Kimura, K., & Lithgow, B. (2022). Egocentric spatial orientation differences between Alzheimer's disease at early stages and mild cognitive impairment: A diagnostic aid. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 60(2), 501-509. <https://doi.org/10.1007/s11517-021-02478-9>
 62. Müller, S., Preische, O., Heymann, P., Elbing, U., & Laske, C. (2017). Diagnostic Value of a Tablet-Based Drawing Task for Discrimination of Patients in the Early Course of Alzheimer's Disease from Healthy Individuals. *Journal of Alzheimer's Disease*, 55(4), 1463-1469. <https://doi.org/10.3233/JAD-160921>
 63. Nedelska, Z., Andel, R., Laczó, J., Vlcek, K., Horinek, D., Lisy, J., Sheardova, K., Bures, J., & Hort, J. (2012). Spatial navigation impairment is proportional to right hippocampal volume. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(7), 2590-2594. <https://doi.org/10.1073/pnas.1121588109>
 64. Newton, C., Pope, M., Rua, C., Henson, R., Ji, Z., Burgess, N., Rodgers, C. T., Stangl, M., Dounavi, M.-E., & Castegnaro, A. (2024). Entorhinal-based path integration selectively predicts midlife risk of Alzheimer's disease. *Alzheimer's and Dementia*, 20(4), 2779-2793. <https://doi.org/10.1002/alz.13733>
 65. Newton, C., Pope, M., Rua, C., Henson, R., Ji, Z., Burgess, N., Rodgers, C. T., Stangl, M., Dounavi, M.-E., Castegnaro, A., Koychev, I., Malhotra, P., Wolbers, T., Ritchie, K., Ritchie, C. W., O'Brien, J., Su, L., Chan, D., & PREVENT Dementia Research Programme. (2023). Path integration selectively predicts midlife risk of Alzheimer's disease. *bioRxiv: The Preprint Server for Biology*, 2023.01.31.526473. <https://doi.org/10.1101/2023.01.31.526473>
 66. Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic reviews*, 5(1), 210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
 67. Pai, M.-C., & Jan, S.-S. (2020). Have I Been Here? Sense of Location in People With Alzheimer's Disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.582525>
 68. Parizkova, M., Lerch, O., Moffat, S. D., Andel, R., Mazancova, A. F., Nedelska, Z., Vyhnálek, M., Hort, J., & Laczó, J. (2018). The effect of Alzheimer's disease on spatial

- navigation strategies. *Neurobiology of Aging*, 64, 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2017.12.019>
69. Plácido, J., Ferreira, J. V., Araújo, J., Silva, F. D. O., Ferreira, R. B., Guimarães, C., de Carvalho, A. N., Laks, J., & Deslandes, A. C. (2021). Beyond the Mini-Mental State Examination: The Use of Physical and Spatial Navigation Tests to Help to Screen for Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 81(3), 1243-1252. <https://doi.org/10.3233/JAD-210106>
70. Plaza-Rosales, I., Brunetti, E., Montefusco-Siegmund, R., Madariaga, S., Hafelin, R., Ponce, D. P., Behrens, M. I., Maldonado, P. E., & Paula-Lima, A. (2023). Visual-spatial processing impairment in the occipital-frontal connectivity network at early stages of Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1097577>
71. Poos, J. M., Van Der Ham, I. J. M., Leeuwis, A. E., Pijnenburg, Y. A. L., Van Der Flier, W. M., & Postma, A. (2021). Short digital spatial memory test detects impairment in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Brain Sciences*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/brainsci11101350>
72. Possin K. L. (2010). Visual spatial cognition in neurodegenerative disease. *Neurocase*, 16(6), 466-487. <https://doi.org/10.1080/13554791003730600>
73. Ritchie, K., Carriere, I., Howett, D., Su, L., Hornberger, M., O'Brien, J. T., Ritchie, C. W., & Chan, D. (2018). Allocentric and egocentric spatial processing in middle-aged adults at high risk of late-onset Alzheimer's disease: The PREVENT dementia study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 65(3), 885-896. <https://doi.org/10.3233/JAD-180432>
74. Rusconi, M. L., Suardi, A., Zanetti, M., & Rozzini, L. (2015). Spatial navigation in elderly healthy subjects, amnesic and non amnesic MCI patients. *Journal of the Neurological Sciences*, 359(1), 430-437. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2015.10.010>
75. Schaat, S., Koldrack, P., Yordanova, K., Kirste, T., & Teipel, S. J. (2019). Real-time detection of spatial disorientation in persons with mild cognitive impairment and dementia. *Journal of Gerontology*, Volume 66, Issue 1, pp. 85-94. <https://doi.org/10.1159/000500971>
76. Scheltens, P., De Strooper, B., Kivipelto, M., Holstege, H., Chételat, G., Teunissen, C. E., Cummings, J., & van der Flier, W. M. (2021). Alzheimer's disease. *Lancet (London, England)*, 397(10284), 1577-1590. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32205-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32205-4)
77. Schöberl, F., Pradhan, C., Irving, S., Buerger, K., Xiong, G., Kugler, G., Kohlbecher, S., Engmann, J., Werner, P., Brendel, M., Schneider, E., Perneczky, R., Jahn, K., la Fougère, C., Bartenstein, P., Brandt, T., Dieterich, M., & Zwergal, A. (2020). Real-space navigation testing differentiates between amyloid-positive and -negative aMCI. *Neurology*, 94(8), e861-e873. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000008758>
78. Segen, V., Kabir, Md. R., Streck, A., Slavík, J., Glanz, W., Butryn, M., Newman, E., Tiganj, Z., & Wolbers, T. (2025). Path integration impairments reveal early cognitive changes in subjective cognitive decline. *Science Advances*, 11(36), 1-16. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adw6404>
79. Serino, S., & Riva, G. (2013). Getting lost in Alzheimer's disease: a break in the mental frame syncing. *Medical hypotheses*, 80(4), 416-421. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2012.12.031>
80. Serino, S., Morganti, F., Di Stefano, F., & Riva, G. (2015). Detecting early egocentric and allocentric impairments deficits in Alzheimer's disease: an experimental study with virtual reality. *Frontiers in aging neuroscience*, 7, 88. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00088>
81. Shima, S., Ohdake, R., Mizutani, Y., Tatebe, H., Koike, R., Kasai, A., Bagarinao, E., Kawabata, K., Ueda, A., & Ito, M. (2025). Virtual reality navigation for the early

- detection of Alzheimer 's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 17. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2025.1571429>
82. Skaria A. P. (2022). The economic and societal burden of Alzheimer disease: managed care considerations. *The American journal of managed care*, 28(10 Suppl), S188–S196. <https://doi.org/10.37765/ajmc.2022.89236>
83. Steyerberg, E. W. (2019). *Clinical prediction models: A practical approach to development, validation, and updating* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16399-0>
84. Tangen, G. G., Nilsson, M. H., Stomrud, E., Palmqvist, S., & Hansson, O. (2022). Spatial Navigation and Its Association with Biomarkers and Future Dementia in Memory Clinic Patients Without Dementia. *Neurology*, 99(19), E2081–E2091. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000201106>
85. Tarnanas, I., Laskaris, N., Tsolaki, M., Müri, R., Nef, T., & Mosimann, U. P. (2015). On the comparison of a novel serious game and electroencephalography biomarkers for early dementia screening. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 821, 63–71. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08939-3_11
86. Tay, L. X., Ong, S. C., Tay, L. J., Ng, T., & Parumasivam, T. (2024). Economic Burden of Alzheimer's Disease: A Systematic Review. *Value in health regional issues*, 40, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2023.09.008>
87. Therriault, J., Pascoal, T. A., Lussier, F. Z., Tissot, C., Chamoun, M., Bezgin, G., Servaes, S., Benedet, A. L., Ashton, N. J., Karikari, T. K., Lantero-Rodriguez, J., Kunach, P., Wang, Y. T., Fernandez-Arias, J., Massarweh, G., Vitali, P., Soucy, J. P., Saha-Chaudhuri, P., Blennow, K., Zetterberg, H., ... Rosa-Neto, P. (2022). Biomarker modeling of Alzheimer's disease using PET-based Braak staging. *Nature aging*, 2(6), 526–535. <https://doi.org/10.1038/s43587-022-00204-0>
88. Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., Lewin, S., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-085>
89. Tu, S., Wong, S., Hodges, J. R., Irish, M., Piguet, O., & Hornberger, M. (2015). Lost in spatial translation - A novel tool to objectively assess spatial disorientation in Alzheimer's disease and frontotemporal dementia. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 67, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.03.016>
90. Tuena, C., Serino, S., Pedrolì, E., Stramba-Badiale, C., Goulene, K. M., Stramba-Badiale, M., & Riva, G. (2024). Embodied Spatial Navigation Training in Mild Cognitive Impairment: A Proof-of-Concept Trial. *Journal of Alzheimer's Disease: JAD*, 100(3), 923–934. <https://doi.org/10.3233/JAD-240200>
91. Varpio, L., Paradis, E., Uijtdehaage, S., & Young, M. (2020). The Distinctions Between Theory, Theoretical Framework, and Conceptual Framework. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges*, 95(7), 989–994. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003075>
92. Verghese, J., Lipton, R., & Ayers, E. (2017). Spatial navigation and risk of cognitive impairment: A prospective cohort study. *Alzheimer's and Dementia*, 13(9), 985–992. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.01.023>
93. Weniger, G., Ruhleder, M., Lange, C., Wolf, S., & Irle, E. (2011). Egocentric and allocentric memory as assessed by virtual reality in individuals with amnesic mild

- cognitive impairment. *Neuropsychologia*, 49(3), 518–527.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.031>
94. Wiener, J. M., Berthoz, A., & Wolbers, T. (2011). Dissociable cognitive mechanisms underlying human path integration. *Experimental brain research*, 208(1), 61–71.
<https://doi.org/10.1007/s00221-010-2460-7>
95. Wood, R. A., Moodley, K. K., Lever, C., Minati, L., & Chan, D. (2016). Allocentric Spatial Memory Testing Predicts Conversion from Mild Cognitive Impairment to Dementia: An Initial Proof-of-Concept Study. *Frontiers in Neurology*, 7, 215.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2016.00215>
96. World Health Organization. (2021). Global status report on the public health response to dementia. WHO.
97. Yatawara, C., Lee, D. R., Lim, L., Zhou, J., & Kandiah, N. (2017). Getting lost behavior in patients with mild Alzheimer's disease: A cognitive and anatomical model. *Frontiers in Medicine*, 4. <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00201>

Material suplementario 1 *Etiquetas de exclusión*

Etiqueta en Rayyan	Descripción del criterio de exclusión
wrong date	Fecha de publicación fuera del rango definido para la revisión
wrong language	Idioma distinto del inglés o español
wrong publication type	Publicaciones no empíricas (p. ej., editoriales, revisiones, cartas)
wrong construct	Constructo no relacionado con cognición espacial
wrong outcome	Desenlace no pertinente para el objetivo de la revisión
wrong population	Población no humana o sin riesgo de EA (p. ej., modelos animales)
no data	Artículo sin datos disponibles o sin acceso a texto completo

Material suplementario 2 *Estrategias de búsqueda*

PubMed

Barrido 1: ("Alzheimer Disease"[MeSH] OR Alzheimer*[tiab] OR "mild cognitive impairment"[MeSH] OR "mild cognitive impairment"[tiab] OR MCI[tiab] OR "subjective cognitive decline"[tiab] OR SCD[tiab]) AND ("Spatial Cognition"[MeSH] OR "spatial navigation"[tiab] OR wayfinding[tiab] OR "path integration"[tiab] OR "topographical disorientation"[tiab] OR allocentric[tiab] OR egocentric[tiab] OR "cognitive map"[tiab] OR "grid-like"[tiab]) AND ("Markers"[MeSH] OR biomarker*[tiab] OR "early diagnosis"[MeSH] OR preclinical[tiab] OR prodromal[tiab] OR "neuropsychological tests"[MeSH]) NOT (animals[mh] NOT humans[mh])

Barrido 2: (("spatial navigation"[ti] OR "path integration"[ti] OR wayfinding[ti] OR "topographical disorientation"[ti])) AND ("Alzheimer Disease"[Mesh] OR Alzheimer*[tiab] OR "mild cognitive impairment"[tiab] OR MCI[tiab] OR "subjective cognitive decline"[tiab] OR SCD[tiab]) AND ("Biomarkers"[Mesh] OR biomarker*[tiab] OR "early diagnos*"[tiab] OR preclinical[tiab] OR prodromal[tiab] OR screening[tiab] OR predict*[tiab] OR conversion[tiab] OR "cognitive marker*"[tiab] OR "early marker*"[tiab]) NOT (animals[mh] NOT humans[mh])

Scopus

Barrido 1: TITLE-ABS-KEY(("spatial navigation" OR "path integration" OR wayfinding) AND (Alzheimer* OR "mild cognitive impairment" OR MCI OR "subjective cognitive decline" OR SCD) AND (diagnos* OR screening OR preclinical OR prodromal OR predict* OR conversion OR prognosis OR (marker* AND (cognitive OR early OR digital)))) AND NOT TITLE-ABS-KEY(rat OR rats OR mouse OR mice OR murine OR rodent* OR macaque* OR monkey* OR canine OR dog* OR rabbit* OR zebrafish OR drosophila OR "animal model*") AND PUBYEAR > 2014

Barrido 2: TITLE("spatial navigation" OR "path integration" OR wayfinding) AND TITLE-ABS-KEY(Alzheimer* OR "mild cognitive impairment" OR MCI OR "subjective cognitive decline" OR SCD) AND TITLE-ABS-KEY(diagnos* OR screening OR preclinical OR prodromal OR predict* OR conversion OR prognosis OR (marker* AND (cognitive OR early OR digital))) AND NOT TITLE-ABS-KEY(rat OR rats OR mouse OR mice OR murine OR rodent* OR macaque* OR monkey* OR canine OR dog* OR rabbit* OR zebrafish OR drosophila OR "animal model*") AND PUBYEAR > 2014

APA Psycnet

Barrido 1: "spatial navigation" OR Any Field: "path integration" OR Any Field: wayfinding OR Any Field: "topographical disorientation" AND Any Field: Alzheimer* OR Any Field: "mild cognitive impairment" OR Any Field: MCI OR Any Field: "subjective cognitive decline" OR Any Field: SCD AND Any Field: diagnos* OR Any Field: screening OR Any Field: preclinical OR Any Field: prodromal OR Any Field: predict* OR Any Field: conversion OR Any Field: prognosis OR Any Field: marker* OR Any Field: "cognitive marker*" OR Any Field: "early marker*" AND Population Group: Human AND Document Type: Journal Article AND Year: 2014 To 2025

Barrido 2: "spatial navigation" OR Any Field: "path integration" OR Any Field: wayfinding OR Any Field: "topographical disorientation" OR Any Field: "Sea Hero Quest" OR Any Field: "Floor Maze Test" OR Any Field: "triangle completion" OR Any Field: "Four Mountains Test" OR Any Field: "Detour Navigation Test" AND Any Field: Alzheimer* OR Any Field: "mild cognitive impairment" OR Any Field: MCI OR Any Field: "subjective cognitive decline" OR Any Field: SCD OR Any Field: APOE AND Any Field: diagnos* OR Any Field: screening OR Any Field: preclinical OR Any Field: prodromal OR Any Field: predict* OR Any Field: conversion OR Any Field: prognosis OR Any Field: "cognitive marker*" OR Any Field: "early marker*" NOT Any Field: olfact* OR Any Field: smell* OR Any Field: odor* OR Any Field: gustator* OR Any Field: "spatial neglect" OR Any Field: Parkinson* OR Any Field: stroke OR Any Field: "multiple sclerosis" NOT Any Field: rat OR Any Field: rats OR Any Field: mouse OR Any Field: mice OR Any Field: murine OR Any Field: rodent* OR Any Field: macaque* OR Any Field: monkey* OR Any Field: primate* OR Any Field: canine OR Any Field: dog* OR Any Field: cat OR Any Field: feline OR Any Field: rabbit* OR Any Field: zebrafish OR Any Field: drosophila OR Any Field: pig OR Any Field: swine OR Any Field: porcine OR Any Field: sheep OR Any Field: ovine OR Any Field: hamster* OR Any Field: gerbil* AND Population Group: Human AND.; Bosco A. 2018

Material suplementario 3 *Tabla de extracción completa*

Autores y Año	¿Reporta una definición explícita de cognición espacial?	Modelo teórico	Constructos evaluados	Herramienta de evaluación
Castegnaro A., Ji Z., Rudzka K., Chan D., Burgess N. 2023	No reporta.	Modelo basado en <i>path integration</i> : actualización interna de posición y orientación usando señales idiotéticas, sin <i>landmarks</i> ; se asocia a disfunción temprana entorrinal/grid cells.	<i>Path integration</i> (componente angular y lineal), actualización de orientación sin <i>landmarks</i> .	Triangle completion en iVR con movimiento real (HTC Vive), guiado por conos; tres condiciones para el tramo de retorno: sin cambio, flujo óptico reducido y pistas distales reducidas.
Tuena C., Serino S., Pedroli E., Stramba-Badiale C., Goulene K. M., Stramba-Badiale M., Riva G. 2024	Sí reporta.	Modelo de cognición espacial encarnada: integración de claves corporales y ambientales; distingue representación egocéntrica y aloécéntrica vinculadas a hipocampo/entorrinal y estriado.	Navegación egocéntrica y aloécéntrica (mejoría/entrenabilidad); actualización espacial basada en señales corporales; rotación mental (apoyo).	Programa VR inmersivo “ANTaging” (Entrenamiento de Navegación Activa en el Envejecimiento) que entrena y registra desempeño egocéntrico/alocéntrico; pre-/post-/seguimiento con Corsi Supra-Span (CSS), Manikin Test y métricas de rendimiento dentro de la plataforma.
Parizkova M., Lerch O., Moffat S. D., Anel R., Mazancova A. F., Nedelska Z., Vyhnalek M., Hort J., Laczó J. 2018	Sí reporta.	Cognición espacial como capacidad para usar estrategias egocéntricas (parietal/estriado) y aloécéntricas (hipocampo/MTL) para orientarse y navegar.	Preferencia de estrategia egocéntrica vs aloécéntrica; desempeño aloécéntrico.	Laberinto virtual en Y (VR) para inferir preferencia de estrategia (egocéntrica vs aloécéntrica) más tarea de navegación en espacio real; registra preferencia y rendimiento aloécéntrico, con MRI volumétrica complementaria.
Bažadona D., Fabek I., Babić L. M., Bobić R. M., Kalinić D., Bilić E., Raguž J. D., Mimica N., Borovečki F., Hof P., Šimić G. 2020	Sí reporta.	Cognición espacial como integración de claves egocéntricas (propiocepción/vestibular) y aloécéntricas (<i>landmarks</i> , MTL) para orientación y localización.	Navegación aloécéntrica, navegación egocéntrica y cambio/integración entre marcos (combinado); precisión de localización.	Hidden-Goal Task en arena real y versión VR con subtests egocéntrico, aloécéntrico y combinado; métrica principal = error de localización (cm) y tiempo, con análisis ROC (sens/espec/PPV/NPV) para cribado de MCI.

Moussavi Z., Kimura K., Lithgow B. 2022	Sí reporta.	Enfoque en orientación egocéntrica: relación cuerpo–objeto sin claves externas; contrastada con representación aloécéntrica dependiente de hipocampo.	Orientación/localización egocéntrica (sin <i>landmarks</i>).	Tarea VR de localización de ventana/objetivo en edificio cúbico (sin <i>landmarks</i> , “landmark-less”); puntuación por lado/esquina; compara AD temprano vs MCI y reporta utilidad diagnóstica.
Hashimoto R., Uechi M., Komori N. 2020	No reporta.	Modelo implícito: distinción egocéntrica (cuerpo-centrada) vs aloécéntrica (mapa dependiente de MTL).	Memoria/orientación egocéntrica y memoria/navegación aloécéntrica.	Tareas para marcos egocéntrico y aloécéntrico (orientación/recuerdo espacial) junto a batería neuropsicológica estándar; compara controles, aMCI y AD temprano.
Wood R., Moodley K., Lever C., Minati L., Chan D. 2016	No reporta.	Cognición espacial operacionalizada como memoria aloécéntrica basada en mapa del entorno, dependiente de hipocampo/MTL.	Memoria espacial aloécéntrica (representación independiente del punto de vista).	4 Mountains Test (4MT) en tablet; reconocimiento de escenas de montaña desde nuevas perspectivas (aloécéntrico); se acompaña de MMSE/RAVLT/TMT y, en algunos casos, MRI/CSF.
Schöberl F., Pradhan C., Irving S., Buerger K., Xiong G., Kugler G., Zwergal A. 2020	No reporta.	Navegación sustentada por red hipocampo–retrosplenial–parietal integrando marcos egocéntrico y aloécéntrico.	Navegación egocéntrica (seguir rutas) y aloécéntrica (<i>wayfinding</i> /atajos); eficiencia de ruta.	Navegación en espacio real con rutas egocéntricas y aloécéntricas; medidas de errores, tiempo, atajos; complementa con PET-FDG/amyloid y batería neuropsicológica.
Lorentzen I., Espenes J., Eliassen I., Hessen E., Waterloo K., Nakling A., Kirsebom B.-E. 2025	No reporta.	Marco de mapa cognitivo: representación aloécéntrica mediada por place/grid cells en hipocampo/entorrinal.	Memoria de trabajo espacial aloécéntrica.	4 Mountains Test (4MT) para memoria de trabajo aloécéntrica; compara con CERAD-recall, TMT, VOSP; estatus CSF A β /tau.
Newton C., Pope M., Rua C., Henson R., Ji Z., Burgess N., Chan D. 2023	No reporta.	<i>Path integration</i> como actualización de posición/orientación vía señales idiótéticas, ligada a grid cells entorrinales.	<i>Path integration</i> (angular y lineal) con dependencia de claves distales.	Tarea de PI en RV inmersiva con manipulación de pistas distales/optic flow; métricas de error angular y distancia; subset con fMRI “grid-like signal”.
Laczó J., Andel R., Nedelska Z., Vyhnalek M., Vlcek K., Crutch S., Harrison J., Hort J. 2017	No reporta.	Distinción entre estrategias egocéntricas y aloécéntricas; navegación aloécéntrica dependiente del hipocampo como marcador temprano.	Navegación aloécéntrica y egocéntrica como dominios distinguibles.	Hidden Goal Task (análogo real del <i>Morris Water Maze</i>), con condiciones egocéntrica y aloécéntrica; batería neuropsicológica y volumetría hipocampal.

Boccia M., Di Vita A., Diana S., Margiotta R., Imbriano L., Rendace L., Campanelli A., D'Antonio F., Trebbastoni A., de Lena C., Piccardi L., Guariglia C. 2019	Sí reporta.	Navegación como ubicarse, identificar metas y planear rutas; representaciones online vs offline en marco de memoria topográfica.	Memoria topográfica / <i>wayfinding</i> (aprendizaje de rutas); VSWM (visuoespacial); reconocimiento de <i>landmarks</i> .	Batería con Walking Corsi/WalCT (memoria topográfica), aprendizaje de ruta real y reconocimiento de <i>landmarks</i> ; además de CBT visuoespacial.
Caffò A.O.; Lopez A.; Spano G.; Stasolla F.; Serino S.; Cipresso P.; Riva G.; Bosco A. 2020	No reporta.	Usa la distinción egocéntrica (yo-objeto) vs aloécéntrica (objeto-objeto/mapa) y la enmarca en memoria/navegación; añade marcos teóricos MTT y DECHA para explicar efectos de familiaridad y edad.	Memoria espacial egocéntrica y aloécéntrica en espacio de navegación y espacio de alcance; efecto de familiaridad del entorno.	Tareas ecológicas: versiones egocéntrica y aloécéntrica con información familiar (mapa de la ciudad natal) y no familiar (material nuevo) en cuatro grupos (jóvenes, mayores sanos, SMC, MCI); análisis GLM.
Laczó M.; Svacova Z.; Lerch O.; Martinkovic L.; Krejci M.; Nedelska Z.; Horakova H.; Matoska V.; Vyhnalek M.; Hort J.; Hornberger M.; Laczó J. 2025	No reporta.	Navegación apoyada en redes MTL/retrosplenial; deterioro temprano de egocéntrico y aloécéntrico como señal clínica.	Orientación egocéntrica (heading) y memoria/ubicación aloécéntrica (heading/location).	Virtual Supermarket Test (VST) con tareas egocéntrica y aloécéntrica; vínculos con CSF A β /p-tau/t-tau, PET amiloide y MRI y Escala del sentido de la orientación de Santa Bárbara (SBSOD).
Shima S.; Ohdake R.; Mizutani Y.; Tatebe H.; Koike R.; Kasai A.; Bagarinao E.; Kawabata K.; Ueda A.; Ito M.; Hata J.; Ishigaki S.; Yoshimoto J.; Toyama H.; Tokuda T.; Takashima A.; Watanabe H. 2025	No reporta.	<i>Path integration</i> dependiente de grid cells entorrinales como biomarcador conductual temprano.	<i>Path integration</i> (exactitud de retorno); navegación sin <i>landmarks</i> .	Tarea de PI en VR 3D con HMD; variable principal: error de PI; correlaciona con GFAP, p-tau181, NfL, edad y genotipo APOE.
Hanyu H.; Koyama Y.; Umekida K.; Watanabe S.; Matsuda H.; Koike R.; Takashima A. 2024	No reporta.	Enmarca <i>path integration</i> (PI) como función de navegación sensible a disfunción de grid cells en EC y como marcador de AD prodrómica.	<i>Path integration</i> (error angular y de distancia) como marcador prodrómico.	PI en VR (A→B→retorno sin <i>landmarks</i>), errores de distancia/ángulo; clasifica MCI progresivo vs estable.
Cammisuli D.M.; Bellocchio V.; Milesi A.; Aiello E.N.; Poletti B.; Verde F.; Silani V.; Ticozzi N.; Marchesi G.; Granese V.; Vignati B.; Isella V.; Zago S.; Difonzo T.; Pomati S.; Porta G.; Cattaldo S.; Mauro A.; Castelnuovo G. 2024	No reporta.	Distingue egocéntrica/alocéntrica (parietal vs hipocampo/EC) y lo enmarca en navegación y desorientación topográfica.	<i>Wayfinding</i> en entorno real; navegación egocéntrica secuencial y aloécéntrica (toma de decisiones durante la ruta).	Detour Navigation Test modificado (espacio real urbano): wrong turns y moments of hesitation; app GPS para tiempo/velocidad de marcha.

Cammisuli D.M.; Marchesi G.; Bellocchio V.; Aiello E.N.; Poletti B.; Verde F.; Silani V.; Ticozzi N.; Zago S.; Difonzo T.; Isella V.; Pomati S.; Granese V.; Vignati B.; Prete L.A.; Castelnuovo G. 2024	No reporta.	Se apoya en marcos egocéntrico/alocéntrico y lo enmarca en memoria visuoespacial/navegación ecológica.	Memoria visuoespacial secuencial (relación con navegación) y <i>wayfinding</i> en entorno real.	Prueba Corsi learning suvra-span (CLSS - aprendizaje visuoespacial) como predictor de errores de navegación; Detour Navigation Test modificado para WT/MsH.
Chia-Hung L., Ming-Chyi P. 2024	No reporta.	Enmarca navegación espacial dependiente de redes MTL (hipocampo/entorhinal) y marcos egocéntricos vs alocéntrico.	Orientación/navegación egocéntrica y alocéntrica; planificación/ejecución de ruta y precisión de localización.	Tareas VR inmersivas de navegación (entorno tipo laberinto/ciudad); resultados de tiempo, errores y exactitud para valorar factibilidad y utilidad diagnóstica en MCI-AD.
Cammisuli D.M., Marchesi G., Bellocchio V., Aiello E.N., Poletti B., Verde F., Silani V., Ticozzi N., Zago S., Difonzo T., Isella V., Pomati S., Granese V., Vignati B., Prete L.A., Castelnuovo G. 2024	Sí reporta.	Cognición espacial como dominio temprano alterado; desorientación asociada a fallos egocéntricos y alocéntricos.	<i>Wayfinding</i> (aprendizaje/ejecución de rutas), toma de decisiones durante la ruta, cambio de marco (ego-alo), y memoria visuoespacial secuencial relacionada con navegación.	Detour Navigation Test (espacio real urbano; wrong turns y moments of hesitation) y pruebas visuoespaciales (p. ej., CLSS) como correlatos de navegación.
Chen Q., Chen F., Long C., Zhu Y., Jiang Y., Zhu Z., Lu J., Zhang X., Nedelska Z., Hort J., Zhang B. 2023	No reporta.	Enmarca la navegación como habilidad para determinar y mantener una ruta usando posición propia y claves del entorno, vinculada a núcleos subcorticales y MTL.	Navegación espacial (exactitud/errores) como marcador para estratificar SCD (SCD-good vs SCD-bad) y predecir progresión a MCI; asociación con integridad subcortical y propiedades topológicas de red.	Prueba computarizada de navegación espacial (puntaje de desempeño), combinada con volumetría de núcleos subcorticales y red de covarianza estructural (MRI T1).
Chen Q., Chen F., Zhu Y., Long C., Lu J., Zhang X., Nedelska Z., Hort J., Zhang B. 2023	No reporta.	Enmarca navegación espacial y describe las estrategias egocéntricas vs. alocéntricas (relaciones sujeto-objeto vs. objeto-objeto) y su relevancia clínica en SCD/MCI/EA.	Desempeño en subtests de navegación: mixto alo-ego, egocéntrico, alocéntrico y alocéntrico diferido (errores de distancia promedio).	Amunet (<i>human Morris Water Maze</i>) informatizado (NeuroScios); batería con 4 subtests y registro automático de error de distancia.
Plaza-Rosales I., Brunetti E., Montefusco-Siegmund R., Madariaga S., Hafelin R., Ponce D.P., Behrens M.I., Maldonado P.E., Paula-Lima A. 2023	No reporta.	Sitúa la red de navegación hipocampo-parietal-prefrontal-occipital y memoria espacial tempranamente alteradas en EA.	Aprendizaje espacial/navegación tipo Virtual <i>Morris Water Navigation</i> (VMWN); análisis de exploración visual (eye-tracking) y marcadores EEG durante la navegación (p. ej., latencia, ruta, conectividad beta).	VMWN (versión humana del <i>Morris Water Maze</i>) en PC con EEG de 32 canales y eye-tracking sincronizado.

Tangen G.G., Nilsson M.H., Stomrud E., Palmqvist S., Hansson O. 2022	Sí reporta.	Considera la cognición espacial como un signo temprano; apunta sobre todo a navegación aloécéntrica (tipo “mapa”) dependiente del hipocampo, aunque también relaciona el rendimiento con función ejecutiva.	Planificación más ejecución de ruta (tiempos PT e IMT) y tiempo total; clasificación de errores/completado.	Floor Maze Test (FMT) “en el piso”; registro en video y cronometraje estandarizado.
Laczó M., Martinkovic L., Lerch O., Wiener J.M., Kalinova J., Matuskova V., Nedelska Z., Vyhnaek M., Hort J., Laczó J. 2022	No reporta.	Navegación: estrategia de ruta (ego), <i>wayfinding</i> (alo) y toma de perspectiva; red MTL-parietal.	Route-repetition (egocéntrico/route learning), Route-retracing (alocéntrico/ <i>wayfinding</i>), Directional-approach (toma de perspectiva más <i>wayfinding</i>).	Navigation Test Suite (ciudad virtual realista en PC; tareas controladas por bloques/ensayos).
da Costa R.Q.M., Pompeu J.E., Moretto E., Silva J.M., dos Santos M.D., Nitrini R., Brucki S.M.D. 2022	No reporta.	Enmarca orientación aloécéntrica (ambientales; MTL/hipocampo) vs egocéntrica (posición del cuerpo; parietal) e integración retrosplenial.	Actualización egocéntrica sin “ <i>landmarks</i> ” y aprendizaje de ruta aloécéntrico con “ <i>landmarks</i> ”; recuerdo inmediato y diferido.	Realidad virtual inmersiva (Oculus Rift CV1) con dos tareas (SOIVET Maze/Route).
Lerch O., Laczó M., Vyhnaek M., Nedelská Z., Hort J., Laczó J. 2022	No reporta.	Navegación aloécéntrica dependiente de hipocampo/entorrinal modulada por sistema colinérgico basal.	Navegación aloécéntrica (error de distancia, desempeño aSN).	<i>Human Morris Water Maze</i> (hMWM) en arena real (evaluación aloécéntrica) junto con MRI para volúmenes/espesores.
Poos J.M., van der Ham I.J.M., Leeuwis A.E., Pijnenburg Y.A.L., van der Flier W.M., Postma A. 2021	No reporta.	Encuadra memoria espacial/topográfica como dominio sensible y marcador cognitivo temprano en EA/MCI (relacionada con navegación y MTL).	Memoria espacial de ubicaciones (codificación/recuerdo de la disposición espacial).	Test digital breve de memoria espacial (PC/tablet), con puntaje total y administración <10 min.
Chen Q.; Sun Y.; Lu J.; Zhang B.; Nedelska Z.; Hort J. 2021	No reporta.	Enmarca navegación y desorientación sustentadas por redes egocéntrica y aloécéntrica (con DMN), relevantes como marcadores preclínicos en SCD.	Orientación/navegación egocéntrica, aloécéntrica y cambio entre marcos.	Batería computarizada tipo hMWM/Amunet o VST (subtests ego/alo), combinada con conectividad funcional de redes.
Chen Q.; Sun Y.; Lu J.; Zhang X.; Nedelska Z.; Hort J.; Zhang B. 2021	No reporta.	Operacionaliza navegación aloécéntrica dependiente de hipocampo/entorrinal, modulada por sistema colinérgico (basal forebrain).	Navegación egocéntrica, aloécéntrica y aloécéntrica diferida.	Versión humana del <i>Morris Water Maze</i> (Amunet/hMWM informatizado) con subtests ego/alo/diferido.

Coughlan G.; Coutrot A.; Minihane A.-M.; Hornberger M. 2021	No reporta.	Enmarca la navegación (incluida <i>path integration</i> /marcos ego-alo) como marcador preclínico sensible a APOE $\epsilon 4$.	<i>Path Integration</i> , orientación egocéntrica, ubicación/heading alocéntrica.	Virtual Supermarket Test (VST) (subpruebas Egocentric Heading, Allocentric Location/Heading).
Coughlan G.; Coutrot A.; Zhukovsky P.; Hornberger M.; Spiers H. 2021	No reporta.	Contrasta navegación (como marcador temprano ligado a EC/grid) frente a memoria de ligación objeto-lugar (que puede permanecer intacta en riesgo genético).	<i>Wayfinding</i> /navegación vs precisión de ligación objeto-ubicación.	Sea Hero Quest (móvil; métricas de navegación) más tarea de localización continua (objeto-lugar) en pantalla.
Pai M.-C.; Jan S.-S. 2020	No reporta.	Enmarca la red PHG place-heading-grid (parahipocampo/entorhinal) que sustenta el “sense of location”; marcador temprano en EA.	Sense of Location (acierto de localización) y componente de <i>path integration</i> (apuntamiento al origen).	Prueba en entorno real (SoL) más apuntamiento al origen; como métrica principal = desviación lineal/error.
Coughlan G.; Zhukovsky P.; Puthusseryppady V.; Gillings R.; Minihane A.-M.; Cameron D.; Hornberger M. 2020	No reporta.	Enmarca la cognición espacial desde redes neurales de navegación basadas en integración de camino (PI) y marcos egocéntrico-alocéntrico.	<i>Path integration</i> , orientación egocéntrica, tendencia central vs. perimetral.	Virtual Supermarket Test (VST) (subpruebas e índices) más fMRI/resting-state (FC EC-PCC).
Howett D.; Castegnaro A.; Krzywicka K.; Hagman J.; Marchment D.; Henson R.; (y cols.); Chan D. 2019	No reporta.	Conceptualiza desde el mecanismo de <i>path integration</i> dependiente de la corteza entorrinal y células de red.	<i>Path integration</i> (error angular y de distancia).	VR inmersiva (HMD): recorrido A→B→retorno sin <i>landmarks</i> ; métricas de PI.
Coughlan G.; Coutrot A.; Khondoker M.; Minihane A.-M.; Spiers H.; Hornberger M. 2019	No reporta.	Plantea la navegación (<i>wayfinding</i> /PI) como “huella cognitiva” temprana sensible a APOE $\epsilon 4$.	<i>Wayfinding</i> y métricas relacionadas (eficiencia de ruta, sesgo central vs. boundary); PI.	Sea Hero Quest (móvil) más tareas/índices complementarios de navegación.
Laurens B.; Planche V.; Cubizolle S.; Declerck L.; Dupouy S.; Formaglio M. 2019	No reporta.	Toma de decisiones visoespacial como índice de redes de navegación comprometidas temprano.	Decisión espacial (elección de ruta/giros) y exploración visual.	Tarea de decisión espacial con eye-tracking (latencias, trayectorias oculares, errores).
Caffò A. O.; Lopez A.; Spano G.; Serino S.; Cipresso P.; Stasolla F.; Savino M.; Lancioni G. E.; Riva G.; Bosco A. 2018	No reporta.	Reorientación espacial como la capacidad de actualizar la posición del individuo en el entorno integrando información proveniente de la geometría ambiental y de <i>landmarks</i> distales, dentro de un marco alocéntrico.	Reorientación con geometría (forma del recinto), <i>landmarks</i> proximales vs distales, y combinación geometría más <i>landmarks</i> .	Virtual Reorientation Test (VReoT); tarea de aprendizaje-prueba tras desorientación; criterio de acierto y n° de ensayos para alcanzar criterio.

Mohammadi A.; Kargar M.; Hesami E. 2018	No reporta.	Operacionaliza la cognición espacial como memoria/navegación aloécéntrica (mapa del entorno) y egocéntrica (ruta basada en el cuerpo) para diferenciar aMCI-sd vs aMCI-md y EA leve.	Memoria aloécéntrica (barrio virtual con <i>landmarks</i>) y memoria/ orientación egocéntrica (laberinto sin <i>landmarks</i>); medidas de aciertos y tiempos.	Virtual Reality Navigation Task (VRNT) con dos entornos: virtual neighbourhood (aloécéntrico) y virtual maze (egocéntrico), control con joystick.
Ritchie K.; Carrière I.; Howett D.; Su L.; Hornberger M.; O'Brien J. T.; Ritchie C. W.; Chan D. 2018	No reporta.	Procesamiento aloécéntrico (hipocampo/MTL) vs egocéntrico (parietal) como indicador temprano (tau).	Procesamiento aloécéntrico y egocéntrico; asociación con CAIDE risk score y MRI.	<i>Four Mountains Test</i> (4MT) para aloécéntrico y Virtual Reality Supermarket Trolley Task (VRSTT) para egocéntrico; 3T MRI estructural.
Yatawara C.; Lee D. R.; Lim L.; Zhou J.; Kandiah N. 2017	No reporta.	Enmarca navegación/orientación cotidiana (getting lost) dónde funciones ejecutivas y memoria de trabajo modulan el rendimiento visoespacial, con correlatos en lóbulo temporal medial y frontal.	Getting Lost Behavior (GLB) como fenómeno clínico; relación con memoria de trabajo y EF.	Entrevista semiestructurada GLB más batería neuropsicológica (WMS dígitos, FAB, Color Trails) más MRI estructural y path-analysis.
Müller S.; Preische O.; Heymann P.; Elbing U.; Laske C. 2017	No reporta.	Cognición espacial dentro del dominio visuoconstructivo: integración visual-espacial-motora.	Visuoconstrucción; cinemática del gesto.	Tableta (Surface Pro 4) con métricas de time-in-air / time-on-surface / total-time; ROC/logística (HC vs aMCI vs eDAT).
Mokrisova I.; Laczo J.; Andel R.; Gazova I.; Vyhnalek M.; Nedelska Z.; Levcik D.; Cerman J.; Vlcek K.; Hort J. 2016	No reporta.	Enmarca <i>path integration</i> (PI) como núcleo de la navegación (señales idiotéticas) dependiente de hipocampo/entorhinal y parietal, regiones alteradas precozmente en EA.	<i>Path integration</i> (errores de distancia y angulares; absoluto/relativo).	Blue Velvet Arena (APIT en espacio real, recorrido triangular con antifaz), más MRI (hipocampo/EC/parietal).
Migo E. M.; O'Daly O.; Mitterschiffthaler M.; Antonova E.; Dawson G. R.; Dourish C. T.; Craig K. J.; Simmons A.; Wilcock G. K.; McCulloch E.; Jackson S. H. D.; Kopelman M. D.; Williams S. C. R.; Morris R. G. 2016	Sí reporta.	Define cognición espacial como representación/transformación espacial en marcos alo (MTL) y ego (parietal/estriado); retrosplenial como puente.	Aprendizaje/recuerdo espacial tipo laberinto radial (estrategias alo vs ego).	Tarea VR análoga al Radial Arm Maze dentro de fMRI (BOLD en regiones de navegación).
Tarnanas I.; Laskaris N.; Tsolaki M.; Müri R.; Nef T.; Mosimann U. P. 2015	No reporta.	Usa el marco de navegación/memoria espacial con componentes aloécéntricos y egocéntricos como dominios sensibles (relación con hipocampo/MTL).	Planificación de acciones/navegación (<i>wayfinding</i> con metas) más ERP cognitivos.	Serious game VR VAP-M (tiempos/errores) comparado con EEG/ERP; altas cifras de sensibilidad reportadas.

Colmant L.; Quenon L.; Huyghe L.; Ivanoiu A.; Gérard T.; Lhommel R.; Coppens P.; Salman Y.; Malotaux V.; Dricot L.; Kunz L.; Axmacher N.; Lefèvre P.; Hanseeuw B. 2025	No reporta.	Utiliza <i>path integration</i> (PI) como conducta de navegación dependiente del lóbulo temporal medial/entorrinal y la considera prometedora para fase preclínica (relación con tau).	<i>Path integration</i> (solo automovimiento) vs PI con <i>landmark</i> ; descomposición en rotación (angular) y distancia (lineal).	“Apple Game” (VR de escritorio; faro como <i>landmark</i>) más PET amiloide/tau.
Segen V.; Kabir M. R.; Streck A.; Slavik J.; Glanz W.; Butryn M.; Newman E.; Tiganj Z.; Wolbers T. 2025	No reporta.	Enmarca PI como la capacidad de estimar continuamente la posición a partir de claves de automovimiento, críticamente dependiente de la red de grid cells en corteza entorrinal.	<i>Path integration</i> (trayectorias autocontenidas; angular integration); factores: memory leak, velocity gain, ruido, sesgos.	VR inmersiva (HMD) sin claves distales más modelo bayesiano jerárquico (NUTS/MCMC).
Marquardt J., Mohan P., Spiliopoulou M., Glanz W., Butryn M., Kuehn E., Schreiber S., Maass A., Diersch N. 2024	No reporta.	Enmarca el estudio en la navegación/ <i>wayfinding</i> ; explora “huellas digitales” de navegación en el mundo real que reflejen cambios sutiles vinculados a redes MTL/entorrinal-hipocampo descritas en la literatura previa.	Desempeño de <i>wayfinding</i> en entorno real: paradas de orientación (orientation stops), consultas del mapa, trayectorias y distancia/tiempo	Aplicación móvil “Explore” para tarea de guiado en campus, registro continuo GPS más entradas del usuario (escaneo QR, vistas de mapa). Métricas generadas de esos datos.
Laczó M., Svatkova R., Lerch O., Martinkovic L., Zuntichova T., Nedelska Z., Horakova H., Vyhnalek M., Hort J., Laczó J. 2024	No reporta.	Navegación multifacética: ego (parietal/precúneo), alo (hipocampo/entorrinal) e integración retrosplenial.	Capacidades de navegación reportadas (autoinforme e informante) y su asociación con desempeño egocéntrico/alocéntrico, atrofia en regiones AD-relevantes (hipocampo posterior, entorrinal posteromedial) y biomarcadores	Questionarios: SSNCQ (Subjective Spatial Navigation Complaints), SBSOD, QuENA (auto- e informante) y hMWM (real-space y computarizada) con tareas alocéntrica y egocéntrica; error de distancia como métrica.
Levine, T.; Dessenberger, S.; Allison, S.; Head, D. 2024	No reporta.	Enmarca el cambio subjetivo en navegación/visoespacial como marcador temprano ligado a MTL (hipocampo) y biomarcadores (A β /tau).	Cambios subjetivos de navegación/visoespacial, memoria y atención a lo largo del tiempo.	Subescalas de Everyday Cognition Scale (ECog): memoria, atención dividida y habilidades visoespaciales (navegación) y modelos mixtos longitudinales.
Newton, C.; Pope, M.; Rua, C.; Henson, R.; Ji, Z.; Burgess, N.; Rodgers, C.; Stangl, M.; Dounavi, M.; Castegnaro, A.; Koychev, I.; Malhotra, P.; Wolbers, T.; Ritchie, K.; Ritchie, C.; O’Brien, J.; Su, L.; Chan, D. 2024	No reporta.	Plantea la cognición espacial desde PI (<i>path integration</i>) sustentada por células grid de EC (corteza entorrinal), primera en degenerarse en EA; la alteración de PI sería la manifestación cognitiva más temprana.	Rendimiento de PI comparado con memoria episódica y otras funciones.	Tarea de PI en RV inmersiva tipo “triángulo” (HTC Vive); manipulación de claves distales/superficiales; comparación con MRI estructural/funcional y baterías neuropsicológicas.

Levine, T.; Allison, S.; Dessenberger, S.; Head, D. 2024	No reporta.	La navegación y el procesamiento visoespacial son conceptualizados como dominios cognitivos altamente sensibles a la patología temprana del lóbulo temporal medial, particularmente la corteza entorrinal e hipocampo.	Cambio subjetivo (auto e informante) en navegación, memoria y atención y su capacidad diagnóstica frente a biomarcadores.	ECog (subescalas memoria/atención/navegación); CSF p-tau y volumen hipocampal (FreeSurfer); regresión logística.
Coughlan, G.; Plumb, W.; Zhukovsky, P.; Aung, M.; Hornberger, M. 2023	No reporta.	Enmarca PI como proceso que integra señales vestibulares con MTL (hipocampo/EC), potencialmente alterado en riesgo genético (APOE ε4).	Componentes vestibulares del PI (rasgos derivados de acelerómetro/giroscopio/compás) y clasificación	Vestibular Rotation Task (silla giratoria, iPad con sensores, sin claves visuales/sonoras); ML (RF/SVM/MLP) para clasificar portadores ε4
Plácido, J.; Ferreira, J. V.; Araujo, J.; de Oliveira Silva, F.; Ferreira, R. B.; Guimarães, C.; de Carvalho, A. N.; Laks, J.; Deslandes, A. C. 2021	No reporta.	Considera la navegación espacial (procesamiento distribuido: hipocampo/EC, RSC, caudado, parietal) como biomarcador conductual temprano y de bajo costo.	Navegación/planificación espacial	Floor Maze Test (FMT) (planificación/inmediato/demorado), Dual-Task, Senior Fitness.
Coughlan, G.; Puthusserypady, V.; Lowry, E.; Gillings, R.; Spiers, H.; Minihane, A.; Hornberger, M. 2020	No reporta.	Asume navegación como medida sensible a disfunción EC/hipocampo en preclínico.	Parámetros egocéntricos/alocéntricos y <i>wayfinding</i> y relación con quejas subjetivas.	Virtual Supermarket Task (VST) (mejor ICC: orientación egocéntrica), Sea Hero Quest y <i>Four Mountains Test</i> como comparador.
Levine T.F.; Allison S.L.; Stojanovic M.; Fagan A.M.; Morris J.C.; Head D. 2020	No reporta.	Trabaja dentro del marco de navegación con aprendizaje de mapa (alocéntrico) y aprendizaje de ruta (egocéntrico).	Cognitive mapping (CM) = aprendizaje/uso de representación alocéntrica y Route learning (RL) = aprendizaje/recuperación egocéntrica.	Tareas computarizadas de CM y RL en línea base; seguimiento 4–5 años con CDR; análisis comparativos y AUC. CM y RL predijeron progresión.
Vergheze J.; Lipton R.; Ayers E. 2017	No reporta.	Describe la navegación como habilidad compleja que integra señales visuales/propioceptivas/vestibulares y distingue estrategias egocéntricas (parietal/caudado) y exocéntrica/alocéntrica (mapa espacial, hipocampo).	Navegación/ <i>wayfinding</i> en laberinto de piso (planificación de ruta más ejecución de ruta en un entorno complejo).	Floor Maze Test (FMT): Immediate Maze Time (IMT) y Delayed Maze Time (DMT); predicción de incidencia de MCI y Motoric Cognitive Risk (MCR) en adultos mayores no dementes.

Allison S.L.; Fagan A.M.; Morris J.C.; Head D. 2015	No reporta.	<i>Wayfinding</i> (alo-hipocampo) vs route learning (ego-caudado) dentro de red de navegación distribuida.	<i>Wayfinding</i> , Route learning y conocimiento ambiental (recuerdo libre de <i>landmarks</i> , ubicación e identificación de <i>landmarks</i> , reconocimiento de escenas).	Dos laberintos en desktop VR (Vizard) manejados con joystick; fases de estudio-prueba y prueba diferida; métricas de distancia recorrida y aciertos en mapas
Rusconi M.L.; Suardi A.; Zanetti M.; Rozzini L. 2015	Sí reporta.	Plantea la cognición espacial como multifactorial que usa representaciones egocéntricas (cuerpo-centradas, parietales) y aloécnicas (objeto-a-objeto, mapa cognitivo dependiente de hipocampo/parahipocampo y corteza retrosplenial).	Aprendizaje de ruta (forward/backward); reemplazo/ubicación de <i>landmarks</i> ; dibujo de mapa; reconocimiento de escenas; planificación de ruta y desorientación.	Batería de “ciudad en mesa” (Plastic City) tipo table-top con 11 subtests (edificios/ <i>landmarks</i> LEGO); tiempos, errores y puntajes por subprueba.
Schaat S.; Koldrack P.; Yordanova K.; Kirste T.; Teipel S.J. 2019	No reporta.	Enmarca el estudio en desorientación espacial durante la navegación real y su detección situacional para asistencia adaptativa; considera conductas de orientación (topológica/espacial), <i>wayfinding</i> y deambulación.	Desorientación durante <i>wayfinding</i> real al aire libre; comparación orientada vs desorientado	Tarea de retorno por una ruta urbana con sensores acelerómetros (tobillos y tórax), GPS y video-anotación.