

Fundamentos neurocientíficos de diseño terapéutico para personas con demencia

María Elena Avale⁽¹⁾

Resumen: El aumento sostenido de la prevalencia de demencias plantea nuevos desafíos que trascienden el ámbito clínico y alcanzan el diseño de los entornos construidos. Desde la neurociencia, la percepción del espacio, la navegación y la regulación emocional emergen de la actividad coordinada de circuitos neuronales que integran información sensorial, memoria y estados internos. En las enfermedades neurodegenerativas, la disrupción de estos sistemas —particularmente en regiones como el hipocampo y la corteza entorrinal— compromete la capacidad de construir y actualizar representaciones espaciales, generando desorientación, ambigüedad perceptual y aumento del estrés.

En este contexto, proponemos que el diseño arquitectónico puede entenderse como una forma de modulación externa de circuitos neuronales, capaz de actuar como soporte cognitivo y emocional. A través de principios como la legibilidad espacial, la reducción de la ambigüedad sensorial, la regulación ambiental y la promoción de la autonomía, el entorno puede compensar déficits funcionales y mejorar la calidad de vida. Modelos emergentes en contextos escandinavos validan este enfoque, mostrando que el diseño basado en evidencia puede reducir la carga cognitiva, estabilizar la conducta y favorecer la interacción social. En conjunto, este trabajo posiciona a la arquitectura como una herramienta terapéutica clave en el abordaje de las demencias.

Palabras clave: demencias - neuroarquitectura - percepción espacial - navegación - carga cognitiva - diseño basado en evidencia - entornos terapéuticos - regulación emocional - hipocampo - calidad de vida

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 155]

(1) Ver CV en pág. 156

1. Introducción: el entorno como interfaz cerebro–ambiente

El progresivo envejecimiento de la población mundial está incrementando de manera sostenida la prevalencia de demencias, posicionándolas como uno de los principales desafíos sanitarios del siglo XXI. Este fenómeno no solo interpela a los sistemas de salud, sino también a la forma en que concebimos los entornos construidos.

Desde una perspectiva neurocientífica, la arquitectura no es un telón de fondo pasivo, sino una interfaz activa entre el cerebro y el ambiente. El espacio es continuamente procesado por sistemas neurales que integran información sensorial, memoria y emoción para construir una representación interna del entorno. En personas con demencia, esta integración se encuentra comprometida. En este contexto, el diseño deja de ser únicamente funcional para convertirse en una herramienta con potencial terapéutico.

Es importante destacar que estos sistemas no son estáticos: son dinámicos, sensibles y continuamente modulados tanto por estímulos externos —como la luz, el sonido, los colores o la organización espacial— como por estados internos, incluyendo la atención, la emoción y el estrés. En otras palabras, el cerebro no solo percibe el entorno: interactúa activamente con él, lo interpreta y lo reconfigura en función de su estado funcional.

La integridad de las neuronas y la comunicación entre circuitos neuronales son fundamentales para todos los procesos de percepción, navegación espacial y consolidación de memorias. Estos procesos emergen de la actividad coordinada de millones de neuronas que, en respuesta a estímulos internos y externos, generan patrones de actividad eléctrica y liberación de neurotransmisores. Esta dinámica permite no solo la codificación y estabilización de nuevas memorias —como un recorrido o la organización de un espacio— sino también la atribución de valor emocional a los entornos.

Críticamente, esta comunicación ocurre de manera altamente sincronizada y organizada en redes distribuidas. La precisión temporal y espacial de esta actividad es lo que permite construir representaciones coherentes del entorno y del mundo, así como guiar la conducta en función de objetivos concretos, que pueden ser tan simples como ir a la cocina en busca de un vaso de agua o tan complejos como diseñar un espacio arquitectónico o aprender un nuevo recorrido cotidiano.

En este marco, el diseño arquitectónico puede entenderse como una forma de modulación externa de circuitos neuronales, con capacidad de estabilizar —o desorganizar— la experiencia cognitiva del espacio.

2. Déficits en la percepción y navegación del espacio

Cuando los mecanismos neuronales involucrados en la percepción y navegación del espacio se alteran —ya sea por desequilibrios en los sistemas de neurotransmisión, como ocurre en ciertas condiciones neuropsiquiátricas, o por la pérdida progresiva de neuronas y sinapsis, como en las enfermedades neurodegenerativas— se produce un deterioro en la capacidad de percibir, interpretar, consolidar y evocar información. Como consecuencia, el entorno puede volverse ambiguo, impredecible o incluso amenazante.

En el caso de las demencias, este déficit se manifiesta de manera particularmente marcada en la percepción y navegación del espacio. La degeneración de estructuras como el hipocampo y la corteza entorrinal compromete tanto la construcción de mapas cognitivos como la capacidad de actualizar información espacial en tiempo real. La persona pierde progresivamente la habilidad de integrar claves sensoriales con memorias previas, lo que dificulta reconocer lugares, anticipar trayectorias o identificar destinos.

A esto se suma la alteración en circuitos corticales involucrados en el procesamiento visual y atencional, lo que incrementa la ambigüedad perceptual. Elementos del entorno pueden ser mal interpretados o no reconocidos, generando errores en la toma de decisiones durante el desplazamiento. En este contexto, incluso espacios familiares pueden volverse desorientadores.

Desde el punto de vista conductual, estas alteraciones se traducen en desorientación, deambulación errática, evitación de ciertos espacios o dependencia creciente de terceros para actividades básicas. Es importante destacar que estas conductas no responden únicamente a un “déficit cognitivo” abstracto, sino a una experiencia perceptual genuinamente alterada del entorno.

En este sentido, la dificultad no radica solo en “recordar” el espacio, sino en poder construirlo y actualizarlo continuamente a partir de la experiencia. Cuando el cerebro pierde esta capacidad, cada entorno puede convertirse en un desafío cognitivo, aumentando la carga mental y el estrés.

3. Procesamiento sensorial, ambigüedad perceptual y regulación emocional

Desde la neurociencia sabemos que el ambiente físico no es neutro. Los entornos modulan activamente la percepción sensorial, la orientación espacial, la conducta, el estrés y el estado emocional (Zeisel, 2009). En personas con deterioro cognitivo, esta modulación adquiere una relevancia crítica: estímulos que para un cerebro sano son triviales pueden volverse confusos, ambiguos o incluso amenazantes.

En etapas más avanzadas de la demencia, la degeneración de circuitos corticales —particularmente en las vías visuales ventral y dorsal— compromete la capacidad de procesar adecuadamente la información sensorial. Esto incluye una disminución en la sensibilidad al contraste, dificultades en la segmentación figura-fondo y alteraciones en la percepción de profundidad. Como resultado, el entorno deja de ser interpretado de manera estable: una alfombra oscura puede percibirse como un vacío, una sombra como un obstáculo, o una superficie brillante como un elemento incierto o peligroso.

Estas alteraciones no son meramente “errores cognitivos”, sino fallas en la construcción misma de la experiencia perceptual. El cerebro, incapaz de resolver la ambigüedad sensorial, incrementa su nivel de incertidumbre, lo que impacta directamente en los sistemas de regulación emocional. La hiperactivación de circuitos límbicos, junto con una menor capacidad de control cortical, favorece respuestas de miedo, agitación o evitación.

En este contexto, la iluminación adquiere un rol central. La luz no solo modula la percepción visual, sino también la regulación circadiana a través de proyecciones hacia el núcleo

supraquiasmático. La exposición a luz natural, junto con esquemas de iluminación artificial que respeten estos ritmos, mejora el sueño, el nivel de alerta y la estabilidad conductual (Figueiro et al., 2014) . A su vez, evitar sombras abruptas, reflejos intensos y contrastes excesivos reduce la probabilidad de interpretaciones erróneas del entorno.

De manera complementaria, el ambiente acústico y olfativo también contribuye a la regulación emocional. Espacios con alta carga sonora o reverberación pueden saturar sistemas ya vulnerables, generando irritabilidad o desconcierto. En contraste, entornos acústicamente controlados favorecen la calma y la previsibilidad. Por su parte, los estímulos olfativos —debido a su acceso directo a estructuras límbicas— pueden actuar como moduladores emocionales potentes: aromas familiares y suaves pueden evocar recuerdos y generar confort, mientras que olores intensos o inesperados pueden desencadenar respuestas defensivas.

Finalmente, la incorporación de elementos naturales introduce estímulos sensoriales de baja complejidad y alto valor regulador. La evidencia sobre biofilia muestra mejoras en los niveles de estrés, en el estado de ánimo y en la interacción social, particularmente en contextos de envejecimiento y deterioro cognitivo (van Hoof & Kort, 2009) .

Implicancia para el diseño: Reducir la ambigüedad perceptual y modular la carga sensorial del entorno no solo mejora la comprensión espacial, sino que actúa directamente sobre los circuitos emocionales, estabilizando la experiencia del usuario.

4. El entorno como soporte cognitivo: memoria, autonomía y conducta

El deterioro de la memoria espacial y la capacidad de formar nuevas representaciones del entorno obliga a replantear el rol del diseño arquitectónico. En este contexto, el espacio debe funcionar como un sistema de apoyo cognitivo externo, capaz de compensar las limitaciones en la consolidación y recuperación de información.

La degeneración del hipocampo y la corteza entorrinal compromete la capacidad de aprender nuevos recorridos y de actualizar mapas espaciales internos, lo que explica por qué la desorientación aparece tempranamente en enfermedades como el Alzheimer (Harding et al., 2005) . Como consecuencia, la persona depende en mayor medida de claves externas para orientarse.

Aquí, el diseño puede intervenir directamente: entornos altamente legibles, con trayectorias simples y organización clara, reducen la carga cognitiva necesaria para navegar el espacio. Los sistemas de *wayfinding* adquieren un rol central. Señalizaciones que combinan texto, íconos y colores contrastados actúan como prótesis cognitivas, facilitando la orientación incluso en ausencia de memoria interna confiable. La evidencia muestra que los sistemas basados en puntos de referencia significativos disminuyen la desorientación y reducen la ansiedad en personas con demencia (Rodríguez et al., 2020; Wang et al., 2022) . Otro aspecto clave es la preservación de la autonomía. Aunque la memoria episódica se deteriora, otras formas de memoria —como la procedimental— pueden mantenerse relativamente conservadas. Esto implica que, en un entorno adecuado, las personas pueden

seguir realizando actividades cotidianas si el diseño no introduce barreras innecesarias. La visibilidad de los objetos, la organización estable del espacio y el uso de contrastes cromáticos funcionales facilitan la acción sin requerir procesamiento cognitivo complejo. La familiaridad y la previsibilidad son fundamentales. Cambios abruptos en la disposición del espacio o en sus características visuales pueden desestabilizar las representaciones internas ya frágiles, generando confusión y ansiedad. En este sentido, el diseño debe priorizar la consistencia y la coherencia a lo largo del tiempo.

Finalmente, el concepto de “seguridad sin restricción” propone un equilibrio entre protección y autonomía. En lugar de imponer barreras físicas explícitas, que pueden ser percibidas como limitantes, se diseñan circuitos seguros de circulación continua —como recorridos circulares o patios protegidos— que permiten el movimiento libre dentro de límites implícitos.

La evidencia proveniente de modelos innovadores, como las “*dementia villages*” y experiencias escandinavas, muestra que estos principios no solo mejoran la calidad de vida, sino que también pueden reducir la necesidad de medicación psicotrópica y favorecer la interacción social (De Boer et al., 2021; Vladykina et al., 2024).

Implicancia para el diseño: Cuando el cerebro pierde la capacidad de construir y sostener mapas internos, el entorno debe asumir ese rol. Un diseño claro, consistente y significativo puede transformar el espacio en una verdadera extensión funcional de los circuitos cognitivos.

En conjunto, la evidencia sugiere que diseñar para la demencia no implica simplemente adaptar el espacio, sino comprender y acompañar la lógica del cerebro que lo habita: cuando los circuitos internos fallan, el entorno puede —y debe— convertirse en el soporte que restaura coherencia, reduce la incertidumbre y sostiene la experiencia de habitar el mundo.

5. Modelos emergentes: validación del enfoque neuroarquitectónico en contextos reales

Los principios derivados de la neurociencia aplicada al diseño no son meramente teóricos, sino que han comenzado a validarse en modelos arquitectónicos y de cuidado desarrollados en países escandinavos. Estos enfoques representan una de las implementaciones más avanzadas de entornos diseñados como soporte activo de funciones cognitivas y emocionales.

En este contexto, el trabajo de Vladykina y Arpiainen (2024) en el ámbito finlandés introduce el concepto de *service thinking* aplicado al diseño para demencia, proponiendo que el entorno construido debe entenderse como parte de un sistema integrado de cuidado, donde arquitectura, servicios e interacciones cotidianas funcionan de manera coordinada. Este enfoque desplaza la idea del espacio como contenedor hacia una concepción del entorno como infraestructura cognitiva y emocional.

En línea con el modelo conceptual presentado, estos entornos adaptados a pacientes con demencia operan en tres niveles básicos: (i) considerar los circuitos neuronales afectados,

(ii) comprender los déficits cognitivos y conductuales emergentes y (iii) aplicar principios de diseño que actúan como mecanismos compensatorios a dichos déficits. Así, frente al deterioro de sistemas de memoria espacial dependientes del hipocampo, se implementan entornos altamente legibles, con señalización clara, puntos de referencia significativos y organización espacial intuitiva. Del mismo modo, ante la alteración en el procesamiento sensorial y la regulación emocional, se diseñan ambientes con baja ambigüedad perceptual, iluminación controlada y estímulos sensoriales modulados.

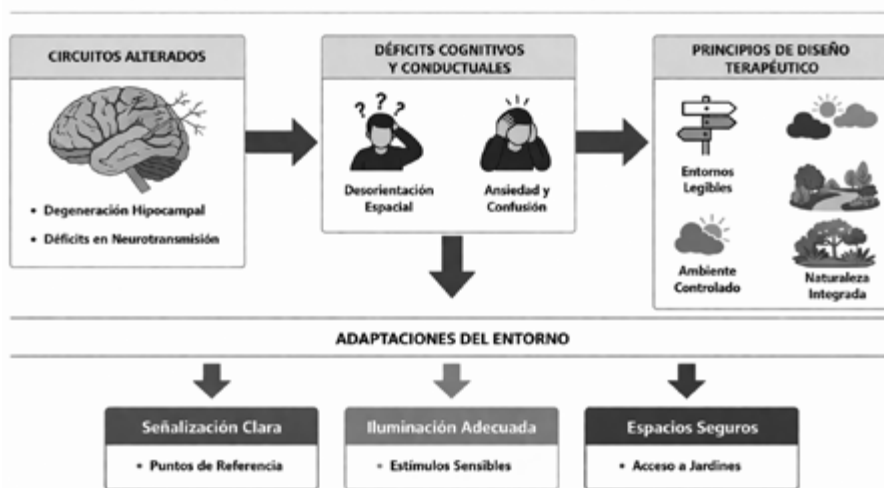


Figura 1: Enfoque neuroarquitectónico para el diseño de entornos para personas con demencia

Un rasgo distintivo de estos modelos es la priorización de la autonomía dentro de marcos de seguridad implícita. A través de configuraciones espaciales como circuitos continuos, patios interiores y límites no invasivos, se permite la libre circulación sin generar la percepción de restricción. Este diseño reduce la ansiedad, minimiza conductas disruptivas y favorece la interacción espontánea con el entorno.

Asimismo, la incorporación sistemática de elementos naturales —incluyendo jardines accesibles, luz natural y materiales orgánicos— actúa como modulador de sistemas fisiológicos y emocionales, contribuyendo a la reducción del estrés y a la estabilización conductual. La evidencia acumulada en estos contextos indica que estos entornos no solo mejoran la calidad de vida, sino que también pueden reducir la necesidad de intervenciones farmacológicas y optimizar la interacción social. En conjunto, estos modelos constituyen una validación empírica del enfoque neurocientífico del diseño, demostrando que el entorno puede funcionar como una extensión operativa de circuitos neuronales comprometidos.

Referencias

- De Boer, B., et al. (2021). *The effects of small-scale, homelike facilities on quality of life for people with dementia*. The Gerontologist.
- Figueiro, M. G., et al. (2014). *Lighting and circadian disruption in Alzheimer's disease and related dementias*. Current Alzheimer Research.
- Harding, A. J., et al. (2005). *Hippocampal and entorhinal cortex pathology in Alzheimer's disease*. Acta Neuropathologica.
- Rodríguez, L., et al. (2020). *Wayfinding strategies and spatial cues in dementia care facilities*. Dementia.
- van Hoof, J., & Kort, H. (2009). *Environmental design for older adults with dementia*. Building and Environment.
- Vladykina N, Arpiainen L. (2024) Service Thinking in Architectural Design for Dementia in the Finnish Context. Stud Health Technol Inform.
- Wang J, Ding D, Wu B. 2022 Enhancement of Aging in Place: An Evolving Understanding of Person-Centered Dementia Care in Home Settings. J Alzheimers Dis.
- Zeisel, J. (2009). *I'm Still Here: A New Philosophy of Alzheimer's Care*. Avery

Abstract: The sustained increase in the prevalence of dementia poses new challenges that extend beyond the clinical domain and into the design of the built environment. From a neuroscientific perspective, spatial perception, navigation, and emotional regulation emerge from the coordinated activity of neural circuits integrating sensory information, memory, and internal states. In neurodegenerative diseases, the disruption of these systems—particularly in regions such as the hippocampus and entorhinal cortex—impairs the ability to construct and update spatial representations, leading to disorientation, perceptual ambiguity, and increased stress.

Within this framework, architectural design can be understood as a form of external modulation of neural circuits, acting as cognitive and emotional support. Through principles such as spatial legibility, reduction of sensory ambiguity, environmental regulation, and the promotion of autonomy, the built environment can compensate for functional deficits and enhance quality of life. Emerging models in Scandinavian contexts support this approach, demonstrating that evidence-based design can reduce cognitive load, stabilize behavior, and foster social interaction. Overall, this work positions architecture as a key therapeutic tool in the management of dementia.

Keywords: dementia - neuroarchitecture - spatial perception - navigation - cognitive load - evidence-based design - therapeutic environments - emotional regulation - hippocampus - quality of life

Resumo: O aumento sustentado da prevalência de demências apresenta novos desafios que ultrapassam o âmbito clínico e alcançam o desenho dos ambientes construídos. A partir da neurociência, a percepção do espaço, a navegação e a regulação emocional

emergen da atividade coordenada de circuitos neurais que integram informações sensoriais, memória e estados internos. Nas doenças neurodegenerativas, a disrupção desses sistemas — particularmente em regiões como o hipocampo e o córtex entorrinal — compromete a capacidade de construir e atualizar representações espaciais, gerando desorientação, ambiguidade perceptiva e aumento do estresse.

Nesse contexto, propõe-se que o desenho arquitetônico pode ser compreendido como uma forma de modulação externa de circuitos neurais, capaz de atuar como suporte cognitivo e emocional. Por meio de princípios como legibilidade espacial, redução da ambiguidade sensorial, regulação ambiental e promoção da autonomia, o ambiente pode compensar déficits funcionais e melhorar a qualidade de vida. Modelos emergentes em contextos escandinavos validam essa abordagem, demonstrando que o desenho baseado em evidências pode reduzir a carga cognitiva, estabilizar o comportamento e favorecer a interação social. Em conjunto, este trabalho posiciona a arquitetura como uma ferramenta terapêutica fundamental na abordagem das demências.

Palavras-chave: demências - neuroarquitetura - percepção espacial - navegação - carga cognitiva - desenho baseado em evidências - ambientes terapêuticos - regulação emocional - hipocampo - qualidade de vida

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]

María Elena Avale, PhD, es doctora en Biología y especialista en neurociencias. Se desempeña como investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina) y directora del Laboratorio de Terapéutica Experimental de los Procesos Neurodegenerativos. Desarrolla sus actividades en la Universidad de Buenos Aires, en el estudio de los mecanismos neurobiológicos de enfermedades neurodegenerativas y el desarrollo de estrategias terapéuticas experimentales. Su trabajo se inscribe en el campo de la neurobiología y la investigación traslacional.