

Estados meditativos inducidos externamente: un estudio exploratorio de fMRI de las respuestas de arquitectos a la arquitectura contemplativa

Julio Bermudez, David Krizaj, David L. Lipschitz,
Charles Elliott Bueler, Jadwiga Rogowska,
Deborah Yurgelun-Todd y Yoshio Nakamura⁽¹⁾

Resumen: Los ambientes contruidos pueden inducir estados contemplativos, pero faltan evidencias directas de su impacto en el cerebro. Este trabajo exploratorio investigó los correlatos cerebrales de estados internos provocados por arquitecturas diseñadas para generar experiencias contemplativas. Se estudiaron las respuestas de 12 arquitectos ante fotografías de arquitecturas comunes y contemplativas, mediante imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI) y autoinformes. Las fotos de edificios contemplativos: (1) indujeron experiencias atentas, receptivas y absorbentes, y disminuyeron el diálogo interno; (2) produjeron una disminución en el uso de la corteza prefrontal; y (3) activaron el lóbulo occipital, el giro precentral y el lóbulo parietal inferior. Estos resultados sugieren que la observación de edificios diseñados para la contemplación puede evocar estados fenomenológicos y cerebrales que difieren de manera consistente de aquellos inducidos por edificios que cumplen funciones cotidianas. La profundidad de tales estados inducidos externamente se correlacionó negativamente con la activación de la Red por Defecto. Nuestro estudio apunta a una nueva manera de investigar cómo la contemplación puede cultivarse en el cerebro/mente humano.

Palabras clave: contemplación - meditación - arquitectura - corporeidad - fenomenología - neurociencia

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 44]

(1) Ver CVs en pág. 45

1. Introducción

Aunque interactuamos diariamente con un gran número de objetos prácticos, estéticos y religiosos, el impacto que la arquitectura tiene en nuestras vidas es uno de los más profundos producidos por los artefactos humanos. Pasamos hasta el 90% de nuestro tiempo

en edificios que pueden afectarnos en gran medida incluso cuando su influencia no se percibe conscientemente (Altman, 1975; Evans & McCoy, 1998; Hillier & Hanson, 1984; Rapoport, 1990). La creciente evidencia empírica indica que los entornos bien diseñados aumentan la atención plena, restauran la fatiga cognitiva, mejoran el bienestar, mantienen la salud y facilitan la sanación (Hiss, 1990; Kellert, Heerwagen, & Mador, 2008; Ouellette, Kaplan, & Kaplan, 2005; Sternberg, 2009). No resulta, por lo tanto, sorprendente que, desde la prehistoria, toda sociedad y cultura confíe a ciertas obras arquitectónicas (a menudo sagradas) la tarea de iniciar y mantener estados alterados (contemplativos) de conciencia (Barrie, 1996; Bergmann, 2012; Eliade, 1959; Hejduk & Williamson, 2011; Jones, 2000; Kieckhefer, 2004; Mann, 1993; Norberg-Schulz, 1974).

En el presente contexto, la contemplación/meditación se define como un estado de conciencia inducido intencionalmente, caracterizado por la atención en el momento presente, concentración focalizada y sostenida, relajación y ausencia de juicio (Boccia, Piccardi, & Guariglia, 2015; Bond *et al.*, 2009; Cahn & Polich, 2006; Lutz, Brefczynski-Lewis, Johnstone, & Davidson, 2008; Nash & Newberg, 2013; Tang, Holzel, & Posner, 2015). En términos generales, los estados contemplativos pueden alcanzarse mediante (1) métodos Internamente Inducidos (IN-I), que dependen de la regulación y el enfoque internos, psicológicos o subjetivos (por ejemplo, contar la respiración, mantras, oración, monitoreo abierto, koans); y/o (2) condiciones Externamente Inducidas (EX-I), que dirigen y sostienen la atención hacia elementos perceptuales y objetivos (por ejemplo, iconografía, artefactos, entornos naturales o construidos, situaciones sociales), mediante la ubicación de la persona dentro de un contenedor cultural-religioso que optimiza la experiencia hierofánica. Los dos modos de suscitar estados contemplativos reflejan las dos direccionalidades de la mente humana: hacia eventos mentales independientes del estímulo/intrapersonales, o hacia objetivos perceptuales/extrapersonales orientados al estímulo (Burgess, Dumontheil, & Gilbert, 2007; Corbetta & Shulman, 2002; Nobre *et al.*, 2004); que probablemente reflejan la activación de dos redes cerebrales globales que procesan estímulos intrínsecos (orientados internamente, autorreferenciales) y extrínsecos (orientados a tareas, hacia la realidad externa) (Golland *et al.*, 2007; Josipovic, 2013). Las técnicas de visualización de imágenes u objetos en la meditación utilizan la misma lógica que la contemplación EX-I; sin embargo, es probable que se sitúen dentro de los métodos IN-I, ya que dependen de la imaginación y del esfuerzo subjetivo para operar (King & Brownstone, 1999; Kozhevnikov, Louchakova, Josipovic, & Motes, 2009; Lehmann *et al.*, 2001).

Aunque los estados contemplativos pueden alcanzarse mediante métodos IN-I o EX-I, la gran mayoría de los estudios en neurociencia y medicina se han centrado en la meditación (o el entrenamiento meditativo) como una práctica autorregulada o impulsada internamente (Bishop *et al.*, 2004; Cahn & Polich, 2006; Lutz *et al.*, 2008; Nash & Newberg, 2013). Estos estudios han proporcionado información importante sobre el sustrato neural que subyace a la contemplación y los numerosos beneficios que puede conferir a sus practicantes, incluyendo mejoras en el rendimiento cognitivo, la regulación afectiva y la respuesta inmunológica; mayor sensación de bienestar; reducción de la ansiedad, depresión y estrés; aumento de la motivación; elevación de los umbrales del dolor; y crecimiento/proliferación de neuronas, entre otros (Brefczynski-Lewis, Lutz, Schaefer, Levinson, & Davidson, 2007; Carlson, Ursuliak, Goodey, Angen, & Specia, 2001; Davidson, 2004;

Grant, Courtemanche, & Rainville, 2011; Holzel et al., 2011; Jacobs et al., 2011; Lazar et al., 2005; Lutz et al., 2008; Moore & Malinowski, 2009; Slagter et al., 2007; Thompson, Arnkoff, & Glass, 2011; Williams, Kolar, Reger, & Pearson, 2001; Zeidan et al., 2015).

Sin embargo, estas investigaciones han tendido a excluir conjuntos de experiencias asociadas al uso de imágenes, objetos y ambientes que inducen la contemplación. La neuroestética y la neuroteología, dos enfoques basados en la neurociencia desarrollados recientemente, tienden a soslayar investigaciones empíricas de estados contemplativos EX-I (Aaen-Stockdale, 2012; Di Dio & Vittorio, 2009; Kawabata & Zeki, 2004; Newberg & D'Aquili, 1998; Schjoedt, 2009). Incluso cuando la arquitectura ha sido el centro de la investigación neurocientífica, esta se ha limitado principalmente a comprender los sustratos neurales asociados con la orientación espacial, la percepción evaluativa de la belleza u otras respuestas no contemplativas (Eberhard, 2009a, 2009b; Mallgrave, 2010; Vartanian et al., 2015). Esfuerzos recientes en neurociencia están comenzando a considerar el impacto emocional y psicológico de la arquitectura (Fich et al., 2014; Ma, Hu y Wang, 2015; Robinson y Pallasmaa, 2015), mientras que la investigación en psicología que documenta el potencial restaurador de entornos contemplativos está creciendo (Herzog, Ouellette, Rolens, & Koenigs, 2010; Ouellette et al., 2005), y los estudios fenomenológicos han señalado un vínculo experiencial sugerente entre edificios construidos para provocar experiencias y estados meditativos (Bermudez, 2009, 2011a, 2011b). Estas consideraciones nos llevaron a emprender una investigación sobre los correlatos neurales de la experiencia contemplativa basada en la arquitectura.

El objetivo estratégico de este primer estudio piloto fue explorar este nuevo campo de investigación con el fin de desarrollar la justificación y el marco conceptual para futuras investigaciones científicas. Específicamente, nuestro estudio exploratorio empleó dos condiciones arquitectónicas. La condición de Control incluyó fotos de edificios que no estaban diseñados para inducir respuestas meditativas (por ejemplo, oficina, vivienda, centro comercial), mientras que la condición Experimental incluyó fotos de edificios diseñados para fomentar la contemplación (por ejemplo, templo, iglesia, patio). La selección de estos últimos fue hecha entre las 10 obras arquitectónicas más citadas como provocadores de respuestas experienciales profundas en una encuesta sobre el tema (Bermudez, 2009; Friston, Frith, Frackowiak, & Turner, 1995). Arquitectos profesionales (sin entrenamiento previo en meditación) participaron en el estudio, el cual fue realizado con la aprobación del IRB (Institutional Review Board) de la institución donde se llevó a cabo la investigación. Los sujetos fueron colocados dentro del escáner fMRI e instruidos a experimentar las imágenes como si estuvieran presentes en el espacio mostrado en ellas. Los edificios se presentaron mediante una sucesión de fotografías que simulaban un recorrido real desde el exterior hacia el interior. Se utilizaron tres cuestionarios (uno después de cada bloque y una entrevista final) para recoger datos fenomenológicos.

Aquí, nuestro objetivo es documentar diferencias en los patrones de activación cerebral y en los estados subjetivos desencadenados por edificios “contemplativos” frente a “comunesún”, de manera similar a las diferencias entre estados mentales meditativos y regulares. En segundo lugar, planteamos la hipótesis de que la contemplación inducida por la arquitectura podría ser procesada diferencialmente por regiones cerebrales que sustentan nuestras interacciones con la realidad externa (regiones occipitales, parietales,

precentrales, cerebelosas, la ínsula), aun cuando estas regiones puedan estar desactivadas en estados contemplativos IN-I. En tercer lugar, dado que los sujetos se concentrarían de forma natural (es decir, sin esfuerzo) en estímulos externos fuertes y atractivos, esperábamos observar una necesidad significativamente menor de autorregulación y atención ejecutiva y, en consecuencia, un grado mucho menor de activación de la corteza prefrontal dorsolateral o dorsomedial (Corteza Prefrontal) que el reportado en estudios previos de estados meditativos IN-I (Baron Short et al., 2010; Brefczynski-Lewis et al., 2007; Cahn & Polich, 2006; Holzel et al., 2007; Lazar et al., 2005; Shimomura et al., 2008). Por último, al igual que en la meditación IN-I, esperábamos que la contemplación EX-I redujera significativamente el diálogo interno (por ejemplo, divagación mental), posiblemente interrumpiendo el yo narrativo y sus procesos mentales concomitantes que presumiblemente están sostenidos por la Red por Defecto (Brewer et al., 2011; Farb et al., 2007; Tagini & Raffone, 2010).

2. Materiales y Métodos

2.1 Sujetos Participantes

Trece varones sanos, caucásicos, hablantes nativos de inglés, con visión 20/20 (natural o corregida) y diestros (edad media = 32,0 años, rango 26–48) participaron en este estudio. Un sujeto fue eliminado del estudio con base en el criterio de exclusión de practicar meditación regularmente, lo cual se descubrió durante la entrevista final tras su participación. Todos los sujetos estaban formados como arquitectos (educación arquitectónica media: 4,0 años) y trabajaban en arquitectura (actividad profesional media: 5,4 años). Su formación y práctica arquitectónica se traducían en al menos 15.000 horas para el sujeto promedio de 32 años y más de 35.000 horas para el participante de mayor edad. La justificación para seleccionar a arquitectos como sujetos es similar a la de elegir meditadores expertos, al demostrar los efectos de la meditación en el laboratorio (Lutz, Dunne, & Davidson, 2007). En el caso de los arquitectos, su sensibilidad hacia los ambientes diseñados les permitiría apreciar, experimentar e involucrarse en obras contemplativas con mayor intensidad que lo esperado en el público general. Nuestro grupo de sujetos consistió en un subconjunto de arquitectos profesionales cuya sensibilidad arquitectónica fue confirmada por (1) sus respuestas a una encuesta sobre “Experiencias Arquitectónicas Extraordinarias” (EAE) realizada por Bermudez (Bermudez, 2008, 2009), o (2) su participación en un curso de formación en sensibilidad hacia experiencias arquitectónicas en el programa de arquitectura de la institución donde se realizó la investigación durante los últimos 10 años. Aunque esta selección particular limita la validez externa, consideramos que este grupo nos daría la mejor oportunidad de demostrar que estados mentales similares a la meditación pueden presentarse en respuesta a edificios diseñados para la contemplación, lo que aumentaría la validez interna. A todos los sujetos se les proporcionó el formulario de consentimiento informado al menos 10 días antes del experimento

para su revisión. En el momento de su participación, los investigadores revisaron nuevamente el consentimiento con los sujetos, quienes lo firmaron antes de comenzar la sesión de fMRI. Copias de estos documentos fueron retenidas por el investigador principal. El Comité de Revisión Institucional aprobó todos los aspectos del estudio (IRB_00037275).

2.2 Presentación del Estímulo

Durante la parte de fMRI del estudio, utilizamos cuatro imágenes de cada edificio para simular una experiencia arquitectónica dinámica. Las fotografías fueron seleccionadas para (a) transmitir la esencia fenomenológica del edificio en cuestión y (b) proporcionar al observador un recorrido progresivo y peatonal desde el exterior hacia el interior del edificio, con el fin de mostrar su naturaleza espacio-temporal. Los cinco edificios que inducen contemplación – el Panteón (Roma), la Catedral de Chartres (Francia), la Alhambra (España), la Capilla de Ronchamp (Francia) y el Instituto Salk (California, EE.UU.) – fueron seleccionados entre los 10 edificios más citados por provocar una Experiencia Arquitectónica Extraordinaria (EAE) en la encuesta de Bermudez (2008, 2009). Los cinco edificios comunes fueron seleccionados por ser ejemplos de tipologías arquitectónicas funcionales típicas de la vida contemporánea estadounidense: una escuela secundaria, un edificio de oficinas en el centro urbano, una vivienda suburbana unifamiliar, un centro comercial y una vivienda multifamiliar en la ciudad. Los estímulos se presentaron con una resolución de pantalla de 1024x768 píxeles. El Apéndice A incluye todas las imágenes mostradas a los sujetos.

La presentación de los estímulos se organizó en dos bloques: uno de edificios comunes (bloque Control) y otro de edificios que inducen la contemplación (bloque Experimental). Empleamos esta estrategia para controlar: (a) la estimulación visual de las áreas visuales primarias, que deberían ser igualmente estimuladas por ambos bloques, y (b) la contaminación experiencial (o efecto de arrastre) entre imágenes. Se esperaba que mantener el mismo tipo de edificios juntos dentro del mismo bloque (es decir, Control vs. Experimental) facilitara la consistencia y la continuidad durante un periodo limitado de tiempo (por ejemplo, 10 minutos por bloque). Dado que estábamos interesados en medir una respuesta experiencial, este enfoque mitigó la posibilidad de que alternar entre los dos tipos de imágenes arquitectónicas impidiera la continuidad y la profundidad de la experiencia necesarias para que surgiera y se mantuviera un estado contemplativo. Como este era el primer estudio piloto de nuestro programa de investigación, buscamos crear las condiciones óptimas para maximizar los posibles efectos de imágenes arquitectónicas sucesivas y relacionadas en los sujetos. Con el fin de evitar la posibilidad de niveles iniciales elevados de ansiedad y activación debido a la novedad del entorno experimental, los participantes tuvieron un período preparatorio y de habituación de 10 minutos dentro del escáner antes de que se les presentaran las imágenes (Chapman, Bernier, & Rusak, 2010; Lueken, Muehlhan, Evens, Wittchen & Kirschbaum, 2012).

2.3 Paradigma experimental de fMRI

El paradigma consistió en dos condiciones en el siguiente orden: bloque Control (edificios comunes) y bloque Experimental (edificios contemplativos). Este orden se utilizó para maximizar la probabilidad de observar posibles diferencias entre ambos bloques. Dado que no sabíamos de antemano cuánto durarían los efectos residuales de cada bloque (especialmente del Experimental), anticipamos que el orden fijo (Control seguido de Experimental) ofrecería una oportunidad razonable para investigar si ambos bloques producían patrones distintos de activación cerebral en este estudio exploratorio. Además, la falta de financiación impidió realizar sesiones de MRI en días diferentes para cada bloque, lo que habría eliminado en gran medida cualquier contaminación por arrastre. Sin embargo, consideramos que el efecto de arrastre del bloque Control no sería lo suficientemente fuerte como para enmascarar completamente las actividades cerebrales inducidas en el bloque Experimental, lo que llevó a la selección de este orden fijo. Aparte de su contenido visual, el formato, la duración y la presentación de ambos bloques fueron idénticos. Cada bloque comenzó con una línea base de 40 segundos (pantalla gris), seguido de cinco secciones de 80 segundos cada una (presentaciones de diapositivas) separadas por un tiempo de recuperación de 40 segundos (pantalla gris). Cada sesión de 80 segundos presentaba un edificio específico y estaba compuesta por 4 diapositivas que aparecían a una velocidad de una cada 20 segundos. Por lo tanto, diez ciclos alternados de reposo/activación (40 s de apagado, 80 s de encendido) componían cada condición. El tiempo total por condición fue de 600 segundos (10 minutos). Los estímulos visuales se presentaron mediante un sistema de video controlado por una computadora Macintosh dentro del escáner.

Antes de cada condición, se instruyó a los participantes a entrar en un estado experiencial mediante la siguiente narrativa: *“Le pedimos que se relaje, esté presente e intente imaginarse a sí mismo en los lugares que se le mostrarán y experimentarlos. Nos interesa su respuesta perceptiva, emocional o intuitiva, no su juicio crítico. Por lo tanto, imagínese transportado a los edificios mostrados en las imágenes. Simplemente esté presente en ese lugar y en esa situación, y deje que la experiencia sea lo que tenga que ser. Por favor, concéntrese en la imagen y solo en la imagen.”* La intención fue inducir una actitud más cercana a la de las personas que realmente interactúan con los edificios. También fue coherente con nuestro interés en captar estados contemplativos inducidos. Cabe señalar que estas instrucciones pudieron influir en las respuestas de los sujetos.

Tras la finalización de cada bloque, se pidió a los sujetos que evaluaran su nivel de “presencialidad” (“¿cuán consciente eres de estar aquí y ahora, en este momento?”) y de diálogo interno (“¿cuánto pensamiento crítico o racional estuviste realizando durante el bloque?”) utilizando una escala de 0 a 10 (0 = nada en absoluto y 10 = muy alto). Una vez completados ambos bloques, los sujetos fueron retirados del escáner y, en una sala privada, se les presentó una entrevista final: primero, en forma de un cuestionario escrito de quince minutos, que completaron por sí mismos, y luego, mediante un diálogo cara a cara con el investigador. La parte escrita tenía 13 preguntas destinadas a discernir (a) el nivel de atención/participación del sujeto durante las pruebas, (b) el estado fenomenológico durante cada bloque (por ejemplo, enfoque experiencial, cualidad, carácter, y resultado), (c) el grado de

sensibilidad arquitectónica, y (d) la propia evaluación de las diferencias entre los dos bloques. El cuestionario incluía tanto preguntas de opción múltiple como preguntas abiertas. Véase el Apéndice B. La parte oral proporcionó a los investigadores la valiosa oportunidad de interactuar con cada sujeto, de verificar nuestra interpretación de sus respuestas en la parte escrita y de ofrecerles tiempo para ampliar o aclarar, si lo deseaban. La duración total del experimento fue de aproximadamente 65 minutos. Además de producir clasificaciones basadas en la autoevaluación de los sujetos después de cada bloque, utilizamos los datos del cuestionario/entrevista final (o de salida) para generar una escala de “profundidad de la experiencia” durante el bloque Experimental basada en seis criterios: (1) respuesta emocional positiva; (2) identificación (es decir, pérdida del sentido del yo en relación con la absorción perceptual); (3) “transportación” (es decir, la capacidad del sujeto para estar en el edificio mostrado); (4) apreciación, relajación, paz y belleza; (5) intensidad experiencial; y (6) conectividad.

2.4 Obtención de datos de imagen

La obtención de imágenes estructurales y funcionales se realizó enUCAIR (University Center for Advanced Imaging Research) de la Universidad de Utah utilizando un escáner Siemens Trio de 3T. Las adquisiciones estructurales incluyen una secuencia T1-weighted 3D MPRAGE grappa adquirida sagitalmente, con TE/TR/TI=3,38ms/2,0s/1,1s, flip de 8°, matriz de adquisición de 256x256, FOV de 256 mm², 160 cortes. El protocolo de escaneo consistió en una adquisición inicial MPRAGE isotrópica de 1 mm adquirida en el plano axial para una plantilla anatómica. Cada sujeto también completó una secuencia fMRI BOLD (blood oxygen level dependent) echo planar imaging (EPI) con un TR=2 s, TE=28 ms al espacio-K central, matriz 64 x 64, imagen paralela con factor de aceleración GRAPPA de 2, grosor de corte=3 mm, FOV=220mm. Los paradigmas de escaneo duraron 600 segundos en cada condición (Control y Experimental). Después del escaneo, los datos originales de la imagen fueron transferidos desde el escáner en formato DICOM y anonimizados.

2.5 Procesamiento de imágenes de fMRI

Los datos de fMRI fueron analizados utilizando SPM 5 (Wellcome Department of Imaging Neuroscience, University College, London, UK) ejecutándose en Matlab (MathWorks, Natick, MA, EE. UU.). Inicialmente, los datos se corrigieron de artefactos de movimiento mediante un algoritmo de realineamiento intra-sesión que utiliza la primera imagen como referencia. Se utilizó como criterio de exclusión un movimiento de cabeza de 2 mm en cualquier dirección. Las imágenes realineadas fueron co-registradas a la imagen estructural de alta resolución de cada sujeto. Las imágenes anatómicas de los sujetos fueron normalizadas a la plantilla estándar T1 en el espacio estereotáctico del Montreal Neurological Institute (MNI). Luego, los parámetros de normalización de cada sujeto se aplicaron a las imágenes funcionales para normalizarlas al espacio MNI.

Las imágenes normalizadas fueron remuestreadas en vóxeles cúbicos de 3 mm y luego mejoradas espacialmente mediante un kernel gaussiano isotrópico de 6 mm de FWHM (full width at half maximum). Se utilizó como paradigma de referencia una forma de onda box-car de 600 segundos, convolucionada con la función de respuesta hemodinámica. Utilizando el modelo lineal general y el paradigma de referencia corregido hemodinámicamente, se generaron los SPM (statistical parametric maps) para cada sujeto y cada condición (Friston et al., 1995). Además, los efectos predeterminados de condición en cada vóxel se calcularon mediante el modelo fijo, generando mapas de activación media de las diferencias entre las condiciones Control y Experimental en cada sujeto para el análisis grupal. Estas imágenes fueron posteriormente introducidas en un modelo de segundo nivel, donde se realizaron tests de una muestra para los siguientes contrastes: Control, Experimental, Control>Experimental y Experimental>Control. El umbral de probabilidad se estableció en 0,001 no corregido y una extensión mínima de clúster (k) de 20 vóxeles contiguos para el análisis del cerebro completo. Las máscaras de región de interés (ROI –región of interest in English) fueron creadas utilizando el Atlas AAL (Tzourio-Mazoyer et al., 2002). Estas regiones incluyeron el lóbulo frontal, la corteza prefrontal, la corteza orbitofrontal, el lóbulo parietal inferior, el circuito límbico, la amígdala y la ínsula. El umbral estadístico para las ROI se estableció en 0,05 no corregido, y k se fijó en 20 vóxeles. Finalmente, con el fin de determinar la relación entre la activación cerebral durante las condiciones Control y Experimental y las respuestas fenomenológicas (clasificaciones para diálogo interno y profundidad de la experiencia), se realizaron análisis de regresión en $p < 0,001$ y $k = 20$. Las estructuras anatómicas reportadas se basan en el Atlas Talairach. En las tablas presentadas, añadimos una columna con el valor p a nivel de clúster corregido por FWE (Family-Wise Error), que muestra los valores p para los clústeres significativos con los valores p corregidos. Este procedimiento de corrección ha sido recomendado para su uso en el análisis de datos de fMRI (Bennett & Miller, 2010; Bennett, Wolford & Miller, 2009).

3. Resultados

3.1 Resultados fenomenológicos

Las respuestas a los cuestionarios produjeron marcadas diferencias fenomenológicas entre los bloques Control y Experimental. En términos de *calidad experiencial general*, el bloque Control fue percibido como “común” (100% de los sujetos), “convencional” (100%), “aburrido” (58%), “descripciones negativas” (25%) y “no bello” (92%). En contraste, las experiencias durante el bloque Experimental fueron consideradas como “bellas” (100%), “emocionales” (83%), “sin tiempo” (75%) y otras descripciones “positivas” (42%).

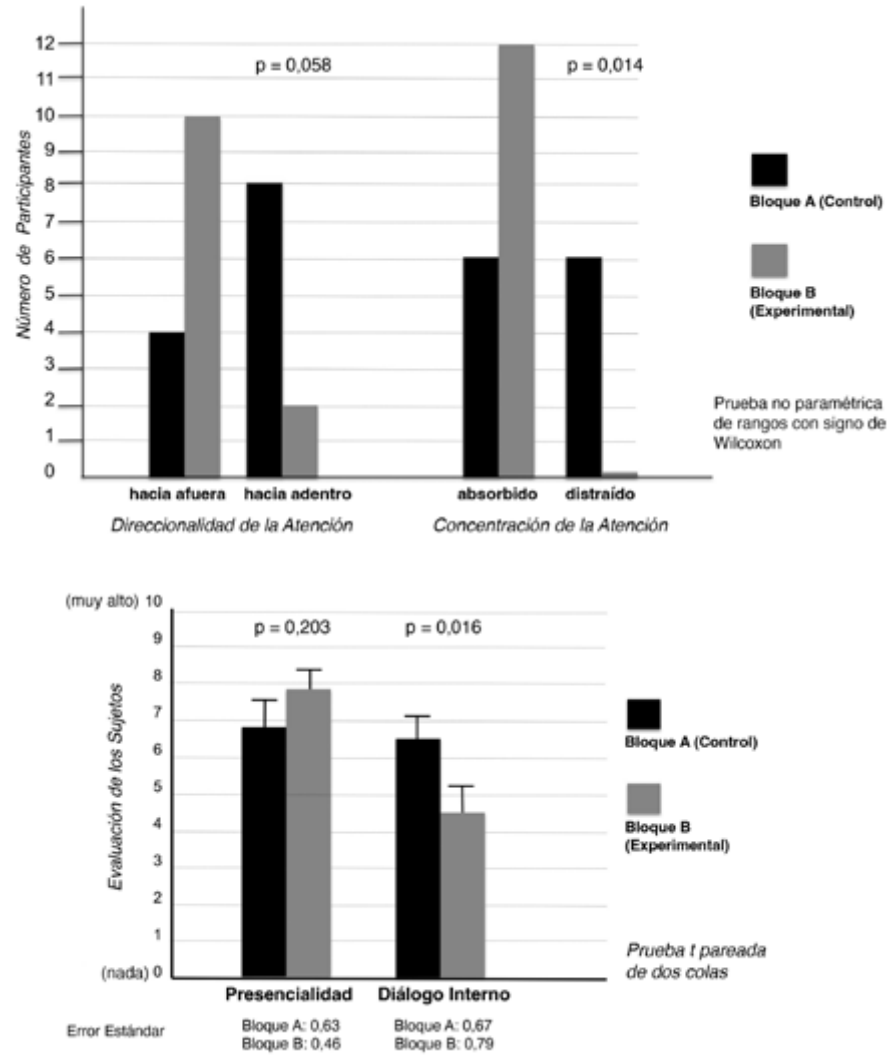


Figura 1. Respuestas autorreportadas de los participantes. (a) Direccionalidad y concentración de la atención durante los bloques Control y Experimental. (b) Autoevaluación posterior al bloque del estado experiencial con respecto a estar presente.

Con respecto al *impacto fenomenológico*, el bloque Control fue considerado como “olvidable” (100%), “trivial” (92%), “insatisfactorio” (58%), “descripciones negativas” (33%) y recibió puntuaciones bajas de “placer” (8%). En contraste, el bloque Experimental fue percibido como “sereno, o de paz” (83%), “positivo” (83%), “placentero” (75%), y “revelador” (insightful en Inglés) (58%). Adicionalmente, el 92% de los sujetos reportó haber estado más emocionalmente involucrado durante el bloque Experimental que durante el bloque Control. En relación con la *atención*, el 50% de los sujetos reportó estar distraído y el 67% reportó una conciencia dirigida hacia adentro (“hacia mi propia experiencia subjetiva interna”) durante el bloque Control. En contraste, durante el bloque Experimental, el 100% de los sujetos reportó haber estado “absorbido” y el 83% dijo haber tenido su atención dirigida hacia afuera (“hacia el edificio que se me presentó”). El análisis de estos datos mediante el Nonparametric Wilcoxon Signed Rank Test indicó que para la variable de direccionalidad (hacia adentro vs. hacia afuera), hubo una tendencia a que un mayor número de participantes en el bloque Experimental reportara mayor atención hacia afuera que hacia adentro ($z=1,90$, $p=.058$). Para la variable de concentración, hubo un número significativamente mayor de participantes en el bloque Experimental que reportaron estar más absorbidos que distraídos ($z=2,45$, $p=.014$) (Figura 1a). El Apéndice C cubre respuestas no incluidas en el resumen anterior.

Además, los dos bloques fueron significativamente distintos en la autoevaluación de los participantes sobre sus niveles de diálogo interno (es decir, “realizando pensamiento crítico o racional durante la presentación de diapositivas”) tras cada uno de ellos. En el bloque Experimental, los sujetos reportaron un 29% menos de diálogo interno ($t(11) = 2,88$, $p = 0,016$) que en el bloque Control. Los sujetos también reportaron estar más presentes después del Experimental que después del Control, aunque esta diferencia no alcanzó significación estadística ($t(11) = 1,35$, $p = 0,203$) (Figura 1b).

Finalmente, el 75% de los sujetos en el bloque Experimental reportó en el cuestionario final haber experimentado un estado en el que se sintieron conectados, transportados, apreciativos, intensamente absorbidos y, sin embargo, en paz y relajados. En conjunto, interpretamos estas respuestas como indicativas de un estado meditativo EX-I generado por la arquitectura contemplativa. En contraste, los edificios cotidianos se asociaron con estados mentales “comunes”, como estar distraído e insatisfecho y, de manera interesante, los participantes reconocieron que no pudieron abstenerse por completo de juzgar las imágenes presentadas durante el bloque Control.

Tabla 1. Clústeres activados utilizando el análisis de Cerebro Completo ($p < 0,001$ sin corregir, tamaño de clúster $k > 20$ vóxeles). La columna “Nivel de clúster p corregido por FWE” muestra los clústeres que son significativos en los valores p corregidos.

			Coordenadas de Talairach			Nivel de vóxel	Nivel de clúster
	Estructura Anatómica	K	x	y	z	T-score	$p_{FWEcorr}$
Control	Giro Occipital Media (BA19) (D.)	14.802	36	-82	8	31,34	<0,0001
	Giro Frontal Superior (BA6) (D.)	527	0	10	66	7,56	<0,0001
	Giro Frontal Media (BA46) (D.)	119	56	28	20	5,76	0,043
	Giro Frontal Inferior (I.)	89	-30	26	-2	5,93	
	Giro Precentral (BA6) (I.)	83	-40	-4	52	5,84	
	Giro Frontal Medial (I.)	33	-18	2	52	5,42	
	Giro Frontal Media (I.)	37	-38	6	34	5,03	
	Giro Parahipocampal (BA28) (I.)	21	-18	-12	-18	4,93	
Experimental	Cerebelo (D.)	6.834	46	-66	-18	21,89	<0,0001
	Cerebelo (I.)	7.034	-46	-66	-14	18,55	<0,0001
	Giro Frontal Media (BA6) (I.)	198	-20	-2	54	6,80	0,003
	Giro Precentral (BA6) (I.)	625	-46	2	30	6,69	<0,0001
	Giro Precentral (BA6) (D.)	292	46	-4	30	6,20	<0,0001
	Giro Frontal Superior (BA6) (I.)	141	-4	6	62	6,11	0,018
	Cerebelo (D.)	55	8	-72	-32	6,25	
	Giro Postcentral (I.)	37	-14	-34	64	5,45	
	Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (I.)	51	-48	-38	42	5,10	
Control > Experimental	Cerebelo (D.)	970	16	-76	-18	4,93	<0,0001
	Giro Frontal Medial (BA9) (D.)	513	2	46	26	3,92	0,020
	Giro Temporal Inferior (I.)	49	-48	-26	-18	3,74	
	Cerebelo (I.)	56	-10	-80	-14	0,70	
	Giro Frontal Inferior (BA47) (I.)	33	-30	24	-2	3,58	

>> continúa

	Giro Frontal Superior (BA6) (I.)	30	-2	12	66	3,57	
	Giro Temporal Media (I.)	109	-60	-34	-2	3,48	
	Lóbulo Anterior (I.), Culmen	33	-26	-46	-12	3,36	
Experimental > Control	Giro Postcentral (I.)	519	-30	-18	28	5,62	0,019
	Giro Fusiforme (BA37) (I.)	309	-46	-56	-8	5,36	0,004
	Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (I.)	699	-40	-48	42	5,26	0,046
	Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (D.)	426	36	-48	48	4,48	
	Giro Frontal Inferior (D.)	33	44	8	18	3,85	
	Giro Frontal Superior (BA6) (D.)	33	12	-6	66	3,73	
	Giro Frontal Media (I.)	35	-40	26	24	3,45	
	Ínsula (D.)	67	38	-4	16	3,44	

3.2 Activación del cerebro completo

En el análisis de contraste del Cerebro Completo, se observaron mayores activaciones en el bloque Experimental en comparación con el bloque Control en varias regiones cerebrales, incluyendo el Giro Postcentral Izquierdo ($k=519$, $x=-30$, $y=-18$, $z=28$, $T=5,62$, $p=0,019$), Giro Fusiforme Izquierdo (BA37) ($k=309$, $x=-46$, $y=-56$, $z=-8$, $T=5,36$, $p=0,004$), y el Lobulo Parietal Inferior Izquierdo (BA40) ($k=699$, $x=-40$, $y=-48$, $z=42$, $T=5,26$, $p=0,046$), y en el bloque Control en comparación con el bloque Experimental, las activaciones fueron mayores en el Cerebelo Derecho ($k=970$, $x=16$, $y=-76$, $z=-18$, $T=4,93$, $p<0,0001$) y el Giro Frontal Medial Derecho (BA9) ($k=513$, $x=2$, $y=46$, $z=26$, $T=3,92$, $p=0,020$) (Tabla 1). Dentro del bloque Experimental, tanto el Giro Postcentral Izquierdo como el Lóbulo Parietal Inferior Izquierdo fueron activados significativamente en relación con la línea base ($p<0,001$, no corregido, tamaño de clúster $k>20$), lo que apoya la interpretación de que estas dos regiones, durante el bloque Experimental, fueron más activadas que aquellas del bloque Control.

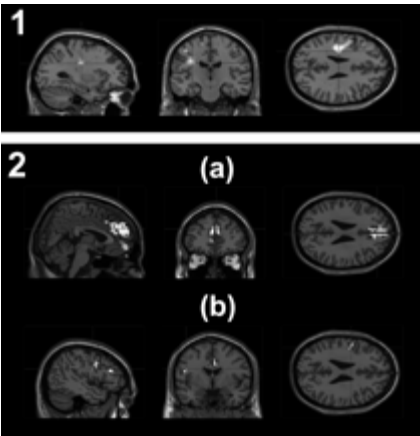


Figura 2. Contraste de activación cerebral en fMRI entre edificios comunes (control) y contemplativos (experimental). (1). Experimental vs. Control, activación de la ROI del lóbulo parietal inferior. El análisis de región de interés del lóbulo parietal inferior reveló una activación significativamente mayor durante la condición experimental en comparación con la condición control en los Lóbulos Parietales Inferiores Izquierdo y Derecho (BA40). (2). Activación ROI de la Corteza Prefrontal. La figura muestra una activación significativamente mayor de la Corteza Prefrontal en los edificios de Control en la parte superior, en comparación con los edificios experimentales en la parte inferior. El panel (a) muestra activación control versus experimental en el Giro Frontal Medial Izquierdo y Derecho (BA9), el Giro Frontal Medio Izquierdo (BA10), el Giro Frontal Superior Derecho (BA8), y el Giro Frontal Inferior Izquierdo. El panel (b) muestra activación experimental versus control en el giro frontal inferior izquierdo (BA9), el Giro Frontal Precentral Izquierdo (BA46), y el Giro Precentral Derecho (BA6).

Tabla 2. Clústeres activados dentro del Lóbulo Parietal Inferior ($p < 0,05$ sin corregir, tamaño de clúster $k > 20$). La columna “Nivel de clúster p FWE-corrected” muestra los clústeres que son significativos en los valores p corregidos.

				Coordenadas de Talairach			Nivel de vóxel	Nivel de clúster
				x	y	z	T-score	$p_{FWEcorr}$
Lóbulo Parietal Inferior	Control	sin clústeres supraumbrales						
	Experimental	Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (I.)	839	-38	-48	48	8,57	
		Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (D.)	426	36	-46	48	6,28	
	Control > experimental	sin clústeres supraumbrales						
	Experimental > Control	Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (I.)	1.652	-40	-48	42	5,26	0,027
		Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (D.)	1.163	36	-48	48	4,48	0,078

3.3 Regiones de interés (ROIs)

3.3.1 Inferior Parietal Lobe

Los análisis de contraste entre bloques indicaron una mayor activación para el bloque Experimental en comparación con el bloque Control en el Lóbulo Parietal Inferior Izquierdo (BA40) ($k=1.652$, $x=-40$, $y=-48$, $z=42$, $T=5.26$, $p=0.027$) y el Lóbulo Parietal Inferior Derecho (BA40) ($k=1.163$, $x=36$, $y=-48$, $z=48$, $T=4.48$, $p=0.078$) (Tabla 2 and Figura 2a).

Dentro del bloque Experimental, tanto el Lóbulo Parietal Inferior Izquierdo (LPI) como el LPI Derecho fueron activados significativamente en relación con la línea base ($p<0.001$, no corregido, tamaño de clúster $k>20$), lo que apoya la interpretación de que estas dos regiones fueron más activadas durante el bloque Experimental en comparación con aquellas del bloque Control.

En el análisis de regiones cerebrales específicas de interés para contrastes entre bloques, ninguna otra región cerebral alcanzó significación tras los procedimientos de corrección basados en Cluster-level p FWE-corrected para $p<0.05$. Véase Figura 2b, y la Información Suplementaria en las Tablas 4 y 5.

3.3.2 Análisis de regresión

Los análisis de regresión sirvieron para examinar las correlaciones entre activaciones cerebrales y reportes fenomenológicos de diálogo interno y “profundidad de la experiencia”. Las regresiones emplearon la clasificación de los sujetos basada en cómo sus experiencias se ubicaban a lo largo de estas tres mediciones. Las clasificaciones para diálogo interno se basaron en la autoevaluación de los participantes después de cada bloque. La clasificación de la “profundidad de la experiencia” de los 12 sujetos fue primero producida por dos investigadores actuando independientemente, basándose en los seis criterios descritos anteriormente (en la sección “Paradigma experimental de fMRI”). Hubo un 69 % de acuerdo entre ambas clasificaciones en este primer intento. Tras comparar resultados, discutir su lógica interpretativa y revisar nuevamente los datos, los investigadores produjeron por separado otra clasificación. Esta segunda ronda alcanzó una concordancia del 84 %. Después de una conversación adicional, los dos evaluadores acordaron producir la clasificación final de la Figura 3a, que fue utilizada para realizar el análisis de regresión de la “profundidad de la experiencia.”

3.3.2 Diálogo Interno

Los análisis de regresión durante los dos bloques indicaron que no se encontró ninguna región cerebral que tuviera asociación positiva o negativa con el Diálogo Interno según lo reportado por los sujetos, tras los procedimientos de corrección basados en Cluster-level p FWE-corrected para $p<0.05$.

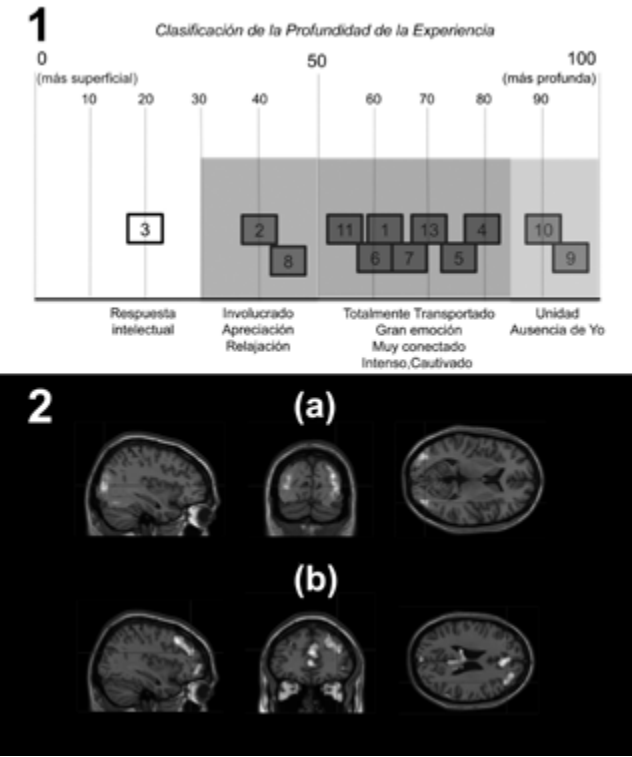


Figura 3. Ranking de la 'Profundidad de la Experiencia' y análisis de regresión fMRI para el bloque Experimental. (La 'Profundidad de la Experiencia' mide el nivel de absorción experiencial de un sujeto durante la sesión. Once de los doce sujetos fueron capaces de involucrarse plenamente, de apreciar y de relajarse mientras observaban edificios contemplativos. Solo un sujeto (#3) no pudo entrar en un estado meditativo, ya que permaneció solamente involucrado intelectual y analíticamente.) (2) Análisis de regresión positiva (a) y negativa (b) de la 'Profundidad de la Experiencia' durante el bloque Experimental. El panel (a) muestra que a medida que dicha 'profundidad de la experiencia' aumentó, la activación en estas regiones también aumentó: Giro Occipital Medio Derecho (BA19), Giro Fusiforme Izquierdo (BA37), Giro Precentral Izquierdo (BA6), el Giro Frontal Medio Izquierdo (BA6), el Giro Precentral Derecho (BA6), y el Giro Frontal Superior Izquierdo (BA6). El panel (b) muestra una disminución de la activación en las siguientes áreas a medida que aumentó la 'Profundidad de la Experiencia': Giro Frontal Medio Izquierdo y Derecho (BA10), Giro Cingulado Izquierdo (BA23), Giro Temporal Superior Izquierdo y Derecho (BA22, BA41 y BA39), L. Giro Cingulado Anterior (BA24), Giro Lingual Derecho (BA18) y Lóbulo Parietal Inferior (BA40).

3.3.3 Profundidad de la experiencia

Como se muestra en la Figura 3a, once de los doce sujetos fueron capaces de involucrarse plenamente, disfrutar y relajarse mientras observaban edificios contemplativos. Nueve reportaron haberse sentido emocionalmente conmovidos, transportados y conectados con los entornos, y describieron la experiencia como intensa. Dos participantes (#9 y #10) fueron un paso más allá y reportaron haber experimentado una pérdida del sentido del yo, alcanzando la unidad o unicidad con las imágenes de los edificios presentados. Solo un sujeto (#3) reportó que no pudo involucrarse plenamente en las tareas, tal como se requería en las instrucciones del estudio.

Los análisis de regresión identificaron asociaciones positivas significativas entre Profundidad de la Experiencia y activaciones cerebrales regionales durante la condición Experimental en las siguientes regiones cerebrales: Giro Occipital Derecho (BA19) ($k=6.310$, $x=38$, $y=-84$, $z=8$, $T=23.65$, $p<0.0001$), Giro Fusiforme Izquierdo (BA37) ($k=6.604$, $x=-40$, $y=-62$, $z=-10$, $T=18.84$, $p<0.0001$), Giro Precentral Izquierdo (BA6) ($k=531$, $x=-38$, $y=-2$, $z=40$, $T=7.26$, $p<0.0001$), Giro Frontal Medio Izquierdo (BA6) ($k=158$, $x=-20$, $y=2$, $z=54$, $T=6.81$, $p=0.007$), Giro Precentral Derecho (BA6) ($k=227$, $x=44$, $y=-6$, $z=32$, $T=6.72$, $p=0.001$) y Giro Frontal Superior Frontal Izquierdo (BA6) ($k=122$, $x=-4$, $y=6$, $z=62$, $T=6.55$, $p=0.024$). En contraste, los análisis de regresión identificaron asociaciones negativas significativas entre Profundidad de la Experiencia y activaciones cerebrales regionales durante la condición Experimental en las siguientes regiones cerebrales: Giro Frontal Medio Derecho (BA10) ($k=1.606$, $x=38$, $y=42$, $z=24$, $T=10.66$, $p<0.0001$), Giro Cingulado Izquierdo (BA23) ($k=1.210$, $x=-8$, $y=-22$, $z=30$, $T=10.36$, $p<0.0001$), Giro Temporal Superior Izquierdo (BA41) ($k=271$, $x=-36$, $y=-42$, $z=12$, $T=9.74$, $p<0.0001$), Giro Cingulado Anterior Izquierdo (BA24) ($k=978$, $x=-2$, $y=38$, $z=4$, $T=9.12$, $p<0.0001$), Giro Frontal Medio Izquierdo (BA10) ($k=103$, -32 , 50 , 6 , 8.46 , $p=0.05$), el Giro Lingual Derecho (BA18) ($k=796$, 6 , -90 , -6 , 8.09 , $p<0.0001$), Lóbulo Parietal Inferior Derecho (BA40) ($k=547$, $x=52$, $y=-54$, $z=38$, $T=7.62$, $p<0.0001$), Giro Temporal Superior Izquierdo (BA22) ($k=344$, $x=-62$, $y=-28$, $z=6$, $T=6.78$, $p<0.0001$) y Giro Temporal Superior Derecho (BA39) ($k=40$, $x=48$, $y=-48$, $z=14$, $T=6.38$, $p=0.012$) (Tabla 3 y Figura 3b).

Tabla 3. Clústeres activados usando análisis de regresión para Diálogo Interno y Profundidad de Experiencia (p<0,001 sin corregir, tamaño de clúster k>20 vóxeles). La columna “Nivel de clúster p FWE-corrected” muestra los clústeres que son significativos en los valores p corregidos.

				Coordenadas de Talairach			Nivel de vóxel	Nivel de clúster	
		Regresión	Estructura Anatómica	k	x	y	z	T score	p _{FWEcorr}
Diálogo Interno	Control	Positivo	sin clústeres supraumbrales						
		Negativo	Giro Parahipocampal (D.)	24	18	-14	-12	5,32	
	Precúneo (BA7) (D.)		26	2	-64	54	5,02		
	Experimental	Positivo	Giro Frontal Inferior (BA9) (D.)	35	46	2	26	6,89	
			Giro Postcentral (BA2) (I.)	26	-48	-30	60	5,62	
		Negativo	Giro Parahipocampal (BA30) (D.)	61	10	-42	2	7,89	
			Tálamo (I.)	28	-28	-30	6	5,39	
			Lóbulo Parietal Superior (BA7) (D.)	37	2	-68	58	4,67	
Profundidad de Experiencia			Experimental	Positivo	Giro Occipital Medio (BA19) (D.)	6.310	38	-84	8
	Giro Fusiforme (BA37) (I.)	6.604			-40	-62	-10	18,84	<0,0001
	Giro Precentral (BA6) (I.)	531			-38	-2	40	7,26	<0,0001
	Giro Frontal Medio (BA6) (I.)	158			-20	2	54	6,81	0,007
	Giro Precentral (BA6) (D.)	227			44	-6	32	6,72	0,001
	Giro Frontal Superior (BA6) (I.)	122			-4	6	62	6,55	0,024
	Giro Parahipocampal (I.)	69			-24	-36	0	6,15	
	Giro Postcentral (BA3) (I.)	27			-16	-34	62	6,01	
	Cerebelo (D.)	35			8	-72	-32	5,96	
	Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (I.)	45			-48	-38	42	5,52	
	Cingulo Posterior (BA30) (I.)	31			-18	-56	10	4,91	

>> continúa

Negativo	Giro Frontal Medio (BA10) (D.)	1.606	38	42	24	10,66	<0,0001
	Giro del Cíngulo (BA23) (I.)	1.210	-8	-22	30	10,36	<0,0001
	Giro Temporal Superior (BA41) (I.)	271	-36	-42	12	9,74	<0,0001
	Giro del Cíngulo Anterior (BA24) (I.)	978	-2	38	4	9,12	<0,0001
	Giro Frontal Medio (BA10) (I.)	103	-32	50	6	8,46	0,05
	Giro Lingual (BA18) (D.)	796	6	-90	-6	8,09	<0,0001
	Lóbulo Parietal Inferior (BA40) (D.)	547	52	-54	38	7,62	<0,0001
	Giro Temporal Superior (BA22) (I.)	344	-62	-28	6	6,78	<0,0001
	Giro Temporal Superior (BA39) (D.)	40	48	-48	14	6,38	0,012
	Giro Frontal Medio (BA9) (I.)	68	-32	38	28	6,88	
	Lóbulo Parietal Inferior (BA39) (I.)	34	-52	-66	40	6,63	
	Precúneo (BA31) (I.)	141	-12	-58	30	6,18	
	Giro Frontal Medio (BA8) (I.)	67	-40	28	44	5,73	
	Lóbulo Semilunar Inferior (I.)	96	-42	-70	-48	5,71	
	Giro Frontal Superior (BA6) (D.)	24	20	10	66	4,93	

4. Discusión

Este estudio piloto proporciona evidencia preliminar de que observar imágenes de arquitectura diseñada para evocar contemplación suscita patrones de activación cerebral que son notablemente distintos de aquellos provocados por la percepción de edificios “comunes”. En particular, observamos la muy poca o nula participación de la Corteza Prefrontal en el análisis del Cerebro entero durante el bloque Experimental en relación tanto con el bloque Control como con la línea base; esta área suele hallarse activada en estados meditativos IN-I (Baron Short et al., 2010; Holzel et al., 2007; Manna et al., 2010). Las diferencias son ejemplificadas por el contraste de activación entre los dos bloques cuando consideramos el Cerebro Completo: los edificios comunes reclutaron áreas de control ejecutivo y atención (Corteza Prefrontal Medial BA9) en relación con regiones motoras fundamentales (Cerebelo Izquierdo y Derecho), mientras que las arquitecturas contemplativas se asociaron con la activación de regiones que participan en interacciones

visual-motoras (Giro Fusiforme BA37 y Giro Postcentral) e, importantemente, median la integración de múltiples entradas incluyendo actividad somatosensorial (Lóbulo Parietal Izquierdo y Derecho BA40). La disminución de la actividad de la Corteza Prefrontal (Giro Frontal Medio Izquierdo) puede indicar que, aunque necesarias, las funciones cognitivas y ejecutivas superiores no son centrales en las experiencias contemplativas suscitadas arquitectónicamente. La activación cerebral inducida por la observación de edificios comunes parece depender, en cambio, de la activación de áreas corticales que se asocian primariamente con tareas orientadas a metas y guiadas semióticamente (lo cual no es inesperado dentro del contexto del comportamiento sociocultural típico).

La fuerte activación del área premotora y del Lóbulo Parietal Inferior (LPI) en el bloque Experimental es consistente con esta interpretación. Se ha reportado que el LPI desempeña un papel central en la percepción de emociones y en la interpretación de información sensorial, así como en la imagen corporal, en virtud de la masiva interconexión entre las cortezas auditiva, espacial y somatosensorial (Lou *et al.*, 2004; Radua *et al.*, 2010). Además, esta región dirige ciertos tipos de atención (por ejemplo, orientada a una tarea o a lo relevante) y mantiene la imagen corporal y la espacialidad con respecto al entorno (Rozzi, Ferrari, Bonini, Rizzolatti, & Fogassi, 2008; Singh-Curry & Husain, 2009). Ambas áreas contienen neuronas bimodales y multimodales que pueden integrar información visual, táctil y vestibular con la autoconciencia corporal, proporcionando la base para la experiencia implícita y pre-reflexiva de ser el sujeto de una experiencia dada (Blanke, Slater, & Serino, 2015). La activación significativa de estas áreas subraya el papel central que pueden desempeñar la función sensoriomotora de orden superior y la ‘corporeización’ en la experiencia de edificios contemplativos y, por lo tanto, su naturaleza estética, como también lo articularon los participantes del estudio en su cuestionario final. La desactivación de la Corteza Prefrontal a medida que la experiencia contemplativa se profundizaba se asoció con “ambiente,” “atmósfera,” “unidad,” y “totalidad” (palabras de los propios participantes en el cuestionario final). Esto proporciona una comprensión de un estado EX-I que es amplio y panorámico más que estrecho y enfocado en objetos. El estado parece involucrar componentes fenomenológicos adicionales que amplían la percepción del objeto o escena externa per se, y podría reflejar las diferencias entre Monitoreo Abierto (es decir, observación atenta generalizada) y Atención Enfocada (es decir, concentración orientada a eventos u objetos) en la meditación IN-I documentadas en estudios previos (Travis & Shear, 2010). Debido a su gran tamaño y complejidad, la arquitectura nos envuelve físicamente y trasciende nuestra comprensión cognitiva inmediata. Por lo tanto, un uso adecuado de la arquitectura (como lo ejemplifican las obras ‘atemporales’ utilizadas en este estudio), puede inducir estados de conciencia que son estables, omniabarcantes, no autocentrados, y cognitiva/afectivamente resonantes.

Es notable que la mayor activación de regiones sensoriomotoras y premotoras vis-à-vis la inactivación progresiva de la Corteza Prefrontal probablemente demande menos autorregulación y atención ejecutiva, permitiendo así que el sujeto mantenga el interés sin esfuerzo. En consonancia con ello, encontramos que la dimensión estética – belleza, recompensa, y emoción, tal como se refleja en los relatos en primera persona de la experiencia de los participantes – desempeñó papeles importantes en la diferenciación de los bloques

Control vs. Experimental. En particular, la correlación entre la atracción de los sujetos hacia la observación de edificios contemplativos y la mayor activación de áreas sensoriomotoras sugiere que llegar a un estado “meditativo” inducido arquitectónicamente probablemente involucre un mayor número y activación de regiones cerebrales en comparación con la percepción de edificios comunes. El reclutamiento diferencial de la Ínsula pero no de la Corteza Orbitofrontal durante el bloque Experimental (vs. Control) registrado en los datos no corregidos (Tablas 4 y 5 accesibles como Información Suplementaria a este artículo) apoya la presencia de una experiencia estética no evaluativa. Pueden encontrarse precedentes en la investigación en neuroestética, que ha correlacionado experiencias estéticas con la activación de áreas somatosensoriales y motoras trabajando en asociación con el LPI, la Corteza Cingulada Anterior y/o la Ínsula bilateral (Cupchik, Vartanian, Crawley, & Mikulis, 2009). Nuestros hallazgos sugerirían que la correlación entre activación de la Corteza Prefrontal/Corteza Orbitofrontal y estados estéticos reportada en estudios previos (Di Dio, Macaluso, & Rizzolatti, 2007; Jacobsen, Schubotz, Hofel, & Cramon, 2006; Kirk, Skov, Christensen, & Nygaard, 2009) podría ser el resultado de considerar la dimensión evaluativa y no la contemplativa de las experiencias estéticas. La disminución de actividad observada en la Corteza Prefrontal, la desactivación progresiva de la dominante Corteza Cingulada Posterior (CCP, BA23) (junto con el Precúneo BA31, mostrado en Tabla 3) y la fuerte reducción del Diálogo Interno sugieren, adicionalmente, que experimentar obras contemplativas puede implicar una disrupción de la Red por Defecto (en Inglés, Default Mode Network o DMN), una posibilidad consistente con resultados reportados en estudios de meditación IN-I (Brewer et al., 2011). Nuestros resultados no corregidos (Figura 2b, y la Información Suplementaria en Tablas 4 y 5) sugieren que la Corteza Prefrontal y la Corteza Orbitofrontal permanecen descomprometidas durante el bloque Experimental mientras que la desactivación del centro auditivo/semántico (Giro Temporal Superior) apoya el descompromiso del procesamiento basado en lenguaje. En conjunto, nuestros datos muestran que grandes áreas cerebrales asociadas con la toma de decisiones centradas en uno mismo y la atención ejecutiva se “silencian” tras la exposición a edificios diseñados para inducir la contemplación.

Especulamos que la observación de arquitecturas contemplativas puede debilitar la ‘narrativa autorreferencial interna’ (también referida como red intrínseca, egocéntrica, o ‘Yo’) mientras fortalece el ‘ser fenoménico’ (a menudo denominado red extrínseca, momento presentado, o ‘Ser’) (Farb et al., 2007; Tagini & Raffone, 2010), un resultado que epitomiza una “contemplation” exitosa (Fasching, 2008). Esto subraya los beneficios de los métodos EX-I frente a las prácticas meditativas IN-I, que deben desacerse (o, al menos, abstraerse) de procesos autorreferenciales. No sorprendentemente, la capacidad para descomprometer una operación, pero no la otra, ha sido considerada un signo de experticia meditativa (Wang et al., 2011). Por lo tanto, nuestros hallazgos sugieren que los métodos EX-I podrían facilitar una entrada sin esfuerzo al estado contemplativo.

Atracciones o demandas extrínsecas intensas inhiben procesos autorreferenciales y sus correlatos neurales (Dietrich, 2006; Goldberg, Harel, & Malach, 2006), como lo indican numerosos enfoques de meditación IN-I basados en visualización y en el cuerpo (Lou, Nowak, & Kjaer, 2005; Tang et al., 2009). La anulación del yo-narrativo y de mecanismos

relacionados con experimentar condiciones externas extraordinarias son también características definitorias de experiencias “pico” o “Flow”. En realidad, los estados meditativos EX-I son consistentes con varias de las 9 condiciones que definen el estado de ‘Flow’ (Csikszentmihalyi, 1990), incluyendo el enfoque sensoriomotor, la reducción de la autoconciencia, el aumento de la absorción y la ausencia de esfuerzo. El hecho de que se haya hipotetizado que los estados de ‘Flow’ operan bajo hipofrontalidad transitoria (Dietrich, 2004) también es consistente con la disminución de actividad observada en la Corteza Prefrontal durante el bloque Experimental, reafirmando que los estados contemplativos, sin importar cómo sean inducidos, son experiencias desprovistas de yo.

Estudios clínicos y neurocientíficos recientes han explorado las convergencias entre estados meditativos, estéticos, espirituales e incluso psicodélicos (Carhart-Harris et al., 2012; d’Aquili & Newberg, 2000; Dietrich, 2003; Keltner & Haidt, 2003), pero presentan desacuerdos sobre muchas cuestiones incluyendo definiciones y taxonomías, restricciones legales y éticas, escasez de evidencia experimental, desafíos metodológicos, y prejuicios en la estética contemporánea (Danto, Harowitz, Huhn, & Ostrow, 1998; Elkins, 2001; Nehamas, 2007). Al proporcionar evidencia empírica preliminar que documenta y respalda las relaciones dinámicas entre contemplación, belleza y espiritualidad, el presente estudio contribuye a esta convergencia emergente. Además, ofrece una comprensión potencialmente sugerente sobre los correlatos neurales de las tradiciones religiosas (o espirituales) que enfatizan la trascendencia del yo, asociada con experiencias religiosas profundas (James, 2004).

4.1 Limitaciones de la investigación

Deben señalarse algunas debilidades o limitaciones de este estudio piloto. Aunque se hicieron esfuerzos por reducir la brecha entre representación y realidad (por ejemplo, mediante el uso de imágenes en tándem), el uso de fotografías como representaciones de los edificios supone una limitación inherente al uso de dispositivos de fMRI. El tamaño de la muestra (doce sujetos) y las limitaciones que impusimos al restringir la representación de género, idioma, etnia y cultura (para maximizar la homogeneidad de la muestra estudiada) pueden limitar la generalización de los hallazgos al sesgar la intensidad y el tipo de experiencia subjetiva (es decir, los estados EX-I) y sus correlatos neurales. Si bien consideramos justificada la lógica de elegir un grupo seleccionado de sujetos (arquitectos profesionales), es posible que las respuestas cerebrales en sujetos con un menor grado de experticia en arquitectura y diseño no muestren una diferenciación tan dramática entre edificios “contemplativos” y “comunes”, lo cual deberá ponerse a prueba en estudios futuros. El bloque Experimental se presentó después del bloque Control debido a la preocupación por el posible efecto de arrastre. Dadas las limitaciones de financiamiento y el número reducido de participantes en esta investigación exploratoria, el orden de presentación de los bloques no fue equilibrado. Creemos que este tema debe abordarse en un estudio futuro con una muestra más amplia. Además, es probable que los sujetos estuvieran familiarizados con algunos de los edificios mostrados en los bloques Experimental y Control, lo que sugiere que la memoria podría ser un factor influyente no considerado. Debe señalarse que el papel de la familiaridad en

ambos tipos de edificios debería considerarse explícitamente en futuros experimentos. Sin embargo, el énfasis en experiencias presentes y no evaluativas, específicamente incluido en las instrucciones dadas a los sujetos, que subrayaba la “presencia”, quizás haya disminuido dichos efectos nemónicos. Finalmente, persiste cierta ambigüedad respecto del grado en que las instrucciones experienciales específicas proporcionadas a los participantes contribuyeron a lo observado en este estudio piloto. Serán necesarios estudios futuros que manipulen explícitamente formas específicas de instrucciones para interactuar con la arquitectura contemplativa, a fin de aclarar esta cuestión. A pesar de estas limitaciones, la originalidad, singularidad y resultados sugerentes (aunque preliminares) de este estudio pueden facilitar una mayor discusión y el trabajo en un área hasta ahora poco desarrollada del conocimiento arquitectónico y ambiental, con verdadero potencial a nivel humano, de diseño e investigación.

5. Conclusiones

Nuestro estudio piloto sugiere que arquitectos presentados con imágenes de edificios comunes vs. contemplativos, llegaron a estados fenomenológicos significativamente diferentes con correlatos neurales distintos que encuentran paralelos en las diferencias entre estados mentales meditativos y comunes. En segundo lugar, a pesar de las similitudes con estados meditativos IN-I (por ejemplo, centralidad en el presente, atención alta y sostenida, relajación, disminución del diálogo interno, etc.), la contemplación inducida arquitectónicamente parece mostrar diferencias importantes, como la gran activación de zonas corticales dedicadas a procesar el mundo exterior, incluyendo áreas sensoriomotoras, integrativas, y de corporeidad — regiones usualmente descomprometidas en estados contemplativos IN-I. El hecho de que los estados EX-I se caractericen distintamente por su reclutamiento de dichas regiones cerebrales proporciona apoyo empírico a intuiciones derivadas de la fenomenología de Merleau-Ponty (Merleau-Ponty, 1962), la investigación actual sobre cognición corporizada (Damasio, 1994; Gallese, 2005; Johnson, 2007) y su relación con la arquitectura (H. F. Mallgrave, 2015), autoconciencia corporal (Blanke *et al.*, 2015) y estudios de meditación IN-I basados en métodos de visualización o somáticos (King & Brownstone, 1999; Kozhevnikov *et al.*, 2009; Lou *et al.*, 2005; Tang *et al.*, 2009). Los sujetos fueron fácilmente (es decir, sin esfuerzo) atraídos hacia los edificios del bloque Experimental, lo que podría asociarse con una menor dependencia de la autorregulación y de la atención ejecutiva para mantener el estado experiencial, en comparación con lo típicamente reportado en la meditación IN-I. Estos hallazgos, además, son congruentes con observaciones de que los ambientes restaurativos son capaces de devolver la normalidad cognitiva y afectiva tras el estrés, la disonancia o la fatiga (Kaplan, 1995, 2001; Ulrich *et al.*, 1991). La dependencia de la contemplación EX-I de la calidad del estímulo destaca tanto la importancia de cómo el estímulo es concebido, hecho y desplegado, como también proporciona evidencia empírica que sugiere que los estados contemplativos EX-I podrían considerarse experiencias estéticas.

De manera similar a la meditación IN-I, la contemplación EX-I parece reducir el diálogo interno y fascinar a los sujetos hasta el punto de interrumpir la narrativa autorreferencial y sus procesos psicológicos relacionados (por ejemplo, la red por defecto o DMN), posiblemente facilitando una experiencia más completa del “momento presente.” Proponemos que los enfoques EX-I reciban una mayor atención por parte de investigadores que estudian prácticas contemplativas, ya que ofrecen un método complementario viable para inducir experiencias meditativas. Definitivamente, los estados contemplativos inducidos externamente ofrecen una ventana diferente sobre cómo la contemplación puede cultivarse en el cerebro/mente humano.

A pesar de ser un estudio piloto y de otras limitaciones, nuestra investigación ofrece, por primera vez, evidencia neurocientífica que respalda suposiciones o afirmaciones sostenidas durante mucho tiempo por arquitectos de que ciertos tipos de edificios (por ejemplo, templos, iglesias, patios) pueden inducir experiencias contemplativas (y posiblemente espirituales). Otra contribución singular es que investigamos tipos de arquitectura y respuestas que se abordan con escasa frecuencia en el ámbito disciplinar. Una mejor comprensión de las reacciones contemplativas ante la arquitectura puede mejorar la manera en que tratamos no solo obras religiosas o sagradas, sino también muchos tipos de edificios seculares que dependen de generar tales estados para funcionar adecuadamente (por ejemplo, museos, bibliotecas, monumentos, clínicas, etc.). Los resultados de nuestro estudio se suman al creciente movimiento de diseño basado en evidencia en la arquitectura y la industria de la construcción, que busca utilizar el conocimiento empírico para enseñar, planificar, construir y evaluar mejor el entorno construido.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación fue posible gracias a subvenciones del Utah Brain Institute Pilot Program in Imaging Research (abril de 2009), el Obert C. y Grace A. Tanner Humanities Center – Sponsorship of Research Interest Group (2010), y The Catholic University of America Research Grant-in-Aid (marzo de 2012). Nuestro agradecimiento también va a los participantes del estudio, que generosamente ofrecieron su tiempo y paciencia.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declararon no tener ningún conflicto de interés potencial con respecto a la investigación, la autoría y/o la publicación de este artículo.

Referencias

- Aaen-Stockdale, C. (2012). Neuroscience for the Soul. *The Psychologist*, 25(7), 520–523.
Altman, I. (1975). *Environment and Social Behavior*. Monterey, CA: Brooks/Cole Publishing.

- Baron Short, E., Kose, S., Mu, Q., Borckardt, J., Newberg, A., George, M. S., et al. (2010). Regional brain activation during meditation shows time and practice effects: an exploratory fMRI study. *Evid Based Complement Alternat Med*, 7(1), 121-127.
- Barrie, T. (1996). *Spiritual Path, Sacred Place: Myth, Ritual, and Meaning in Architecture*. Boston, MA: Shambhala.
- Bennett, C. M., & Miller, M. B. (2010). How reliable are the results from functional magnetic resonance imaging? *Ann N Y Acad Sci*, 1191, 133-155.
- Bennett, C. M., Wolford, G. L., & Miller, M. B. (2009). The principled control of false positives in neuroimaging. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 4(4), 417-422.
- Bergmann, S. (2012). *Theology in Built Environments*. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers.
- Bermudez, J. (2008). Mapping the Phenomenological Territory of Profound Architectural Atmospheres. Results of a Large Survey *E-Proceedings of the Int'l Symposium "Creating an atmosphere"*. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, France.
- Bermudez, J. (2009). Amazing Grace. New Research into 'Extraordinary Architectural Experiences' Reveals the Central Role of Sacred Places. *Faith & Form*, 42(3), 8-13.
- Bermudez, J. (2011a). Empirical Aesthetics: The Body and Emotion in Extraordinary Architectural Experiences. In P. Plowright & B. Gamper (Eds.), *Proceedings of the 2011 Architectural Research Centers Consortium Conference* (pp. 369-380). Lawrence Tech University, Detroit, MI, USA.
- Bermudez, J. (2011b). Profound Experiences of Architecture. The Role of 'Distancing' in the Ineffable. *2A – Architecture and Art Magazine*, 17, 20-25.
- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N. D., Carmody, J., et al. (2004). Mindfulness: A Proposed Operational Definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 11(3), 230-241.
- Blanke, O., Slater, M., & Serino, A. (2015). Behavioral, Neural, and Computational Principles of Bodily Self-Consciousness. *Neuron*, 88(1), 145-166.
- Boccia, M., Piccardi, L., & Guariglia, P. (2015). The Meditative Mind: A Comprehensive Meta-Analysis of MRI Studies. *Biomed Res Int*, 2015, 11.
- Bond, K., Ospina, M. B., Hooton, N., Bialy, L., Dryden, D. M., Buscemi, N., et al. (2009). Defining a complex intervention: The development of demarcation criteria for "meditation". *Psychology of Religion and Spirituality*, 1(2), 129-137.
- Brefczynski-Lewis, J. A., Lutz, A., Schaefer, H. S., Levinson, D. B., & Davidson, R. J. (2007). Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 104(27), 11483-11488.
- Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y. Y., Weber, J., & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 108(50), 20254-20259.
- Burgess, P. W., Dumontheil, I., & Gilbert, S. J. (2007). The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10) function. *Trends Cogn Sci*, 11(7), 290-298.
- Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychol Bull*, 132(2), 180-211.

- Carhart-Harris, R. L., Erritzoe, D., Williams, T., Stone, J. M., Reed, L. J., Colasanti, A., et al. (2012). Neural correlates of the psychedelic state as determined by fMRI studies with psilocybin. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 109(6), 2138-2143.
- Carlson, L. E., Ursuliak, Z., Goodey, E., Angen, M., & Specia, M. (2001). The effects of a mindfulness meditation-based stress reduction program on mood and symptoms of stress in cancer outpatients: 6-month follow-up. *Support Care Cancer*, 9(2), 112-123.
- Chapman, H. A., Bernier, D., & Rusak, B. (2010). MRI-related anxiety levels change within and between repeated scanning sessions. *Psychiatry Res*, 182(2), 160-164.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nat Rev Neurosci*, 3(3), 201-215.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow; the psychology of optimal experience*. New York: Harper Perennial.
- Cupchik, G. C., Vartanian, O., Crawley, A., & Mikulis, D. J. (2009). Viewing artworks: contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience. *Brain Cogn*, 70(1), 84-91.
- d'Aquili, E. G., & Newberg, A. B. (2000). The neuropsychology of aesthetic, spiritual, and mystical states. *Zygon*, 35(1), 39-51.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain*. New York: G.P. Putnam.
- Danto, A., Harowitz, G., Huhn, T., & Ostrow, S. (1998). *Wake of Art: Criticism, Philosophy, and the Ends of Taste*: Routledge.
- Davidson, R. J. (2004). Well-being and affective style: neural substrates and biobehavioural correlates. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 359(1449), 1395-1411.
- Di Dio, C., Macaluso, E., & Rizzolatti, G. (2007). The golden beauty: brain response to classical and renaissance sculptures. *PLoS One*, 2(11), e1201.
- Di Dio, C., & Vittorio, G. (2009). Neuroaesthetics: a review. *Curr Opin Neurobiol*, 19(6), 682-687.
- Dietrich, A. (2003). Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: the transient hypofrontality hypothesis. *Conscious Cogn*, 12(2), 231-256.
- Dietrich, A. (2004). Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow. *Conscious Cogn*, 13(4), 746-761.
- Dietrich, A. (2006). Transient hypofrontality as a mechanism for the psychological effects of exercise. *Psychiatry Res*, 145(1), 79-83.
- Eberhard, J. P. (2009a). Applying neuroscience to architecture. *Neuron*, 62(6), 753-756.
- Eberhard, J. P. (2009b). *Brain Landscape: the Coexistence of Neuroscience and Architecture*. New York: Oxford University Press.
- Eliade, M. (1959). *The Sacred and The Profane- The Nature of Religion*. New York: Harcourt, Brace and World.
- Elkins, J. (2001). *Pictures and Tears*. New York: Routledge.
- Evans, G. W., & McCoy, J. M. (1998). When Buildings Don't Work: The Role of Architecture in Human Health. *Journal of Environmental Psychology*, 18(1), 85-94.
- Farb, N. A., Segal, Z. V., Mayberg, H., Bean, J., McKeon, D., Fatima, Z., et al. (2007). Attending to the present: mindfulness meditation reveals distinct neural modes of self-reference. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2(4), 313-322.

- Fasching, W. (2008). Consciousness, self-consciousness, and meditation. *Phenom. Cogn. Sci.*, 7, 463–483.
- Fich, L. B., Jönsson, P., Kirkegaard, P. H., Wallergård, M., Garde, A. H., & Hansen, Å. (2014). Can architectural design alter the physiological reaction to psychosocial stress? A virtual TSST experiment. *Physiology & Behavior*, 135, 91–97.
- Friston, K. J., Frith, C. D., Frackowiak, R. S., & Turner, R. (1995). Characterizing dynamic brain responses with fMRI: a multivariate approach. *Neuroimage*, 2(2), 166–172.
- Gallese, V. (2005). Embodied simulation: from neurons to phenomenal experience. *Phenom. Cogn. Sci.*, 4, 23–48.
- Goldberg, II, Harel, M., & Malach, R. (2006). When the brain loses its self: prefrontal inactivation during sensorimotor processing. *Neuron*, 50(2), 329–339.
- Golland, Y., Bentin, S., Gelbard, H., Benjamini, Y., Heller, R., Nir, Y., et al. (2007). Extrinsic and intrinsic systems in the posterior cortex of the human brain revealed during natural sensory stimulation. *Cereb Cortex*, 17(4), 766–777.
- Grant, J. A., Courtemanche, J., & Rainville, P. (2011). A non-elaborative mental stance and decoupling of executive and pain-related cortices predicts low pain sensitivity in Zen meditators. *Pain*, 152(1), 150–156.
- Hejduk, R., & Williamson, J. (2011). *The Religious Imagination in Modern and Contemporary Architecture: A Reader*. Taylor & Francis.
- Herzog, T. R., Ouellette, P., Rolens, J. R., & Koenigs, A. M. (2010). Houses of worship as restorative environments. *Environment and Behavior*, 42(4), 395–419.
- Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hiss, T. (1990). *The Experience of Place*. New York: Vintage Books.
- Holzel, B. K., Carmody, J., Vangel, M., Congleton, C., Yerramsetti, S. M., Gard, T., et al. (2011). Mindfulness practice leads to increases in regional brain gray matter density. *Psychiatry Res*, 191(1), 36–43.
- Holzel, B. K., Ott, U., Hempel, H., Hackl, A., Wolf, K., Stark, R., et al. (2007). Differential engagement of anterior cingulate and adjacent medial frontal cortex in adept meditators and non-meditators. *Neurosci Lett*, 421(1), 16–21.
- Jacobs, T. L., Epel, E. S., Lin, J., Blackburn, E. H., Wolkowitz, O. M., Bridwell, D. A., et al. (2011). Intensive meditation training, immune cell telomerase activity, and psychological mediators. *Psychoneuroendocrinology*, 36(5), 664–681.
- Jacobsen, T., Schubotz, R. I., Hofel, L., & Cramon, D. Y. (2006). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *Neuroimage*, 29(1), 276–285.
- James, W. (2004). *Varieties of Religious Experiences*. New York: Touchstone.
- Johnson, M. (2007). *The Meaning of the Body*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Jones, L. (2000). *The Hermeneutics of Sacred Architecture*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Josipovic, Z. (2013). Freedom of the mind. *Front Psychol*, 4, 538.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169–182.

- Kaplan, S. (2001). Meditation, restoration, and the management of mental fatigue. *Environment and Behavior*, 33(4), 480-506.
- Kawabata, H., & Zeki, S. (2004). Neural correlates of beauty. *J Neurophysiol*, 91(4), 1699-1705.
- Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (2008). *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life*. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley.
- Keltner, D., & Haidt, J. (2003). Approaching awe, a moral, spiritual, and aesthetic emotion. *Cognition and Emotion*, 17(2), 297-314.
- Kieckhefer, R. (2004). *Theology in Stone: Church Architecture from Byzantium to Berkeley*. New York: Oxford University Press.
- King, R., & Brownstone, A. (1999). Neurophysiology of Yoga Meditation. *International Journal of Yoga Therapy*, 9(1), 9-17.
- Kirk, U., Skov, M., Christensen, M. S., & Nygaard, N. (2009). Brain correlates of aesthetic expertise: a parametric fMRI study. *Brain Cogn*, 69(2), 306-315.
- Kozhevnikov, M., Louchakova, O., Josipovic, Z., & Motes, M. A. (2009). The enhancement of visuospatial processing efficiency through Buddhist Deity meditation. *Psychol Sci*, 20(5), 645-653.
- Lazar, S. W., Kerr, C. E., Wasserman, R. H., Gray, J. R., Greve, D. N., Treadway, M. T., et al. (2005). Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport*, 16(17), 1893-1897.
- Lehmann, D., Faber, P. L., Achermann, P., Jeanmonod, D., Gianotti, L. R., & Pizzagalli, D. (2001). Brain sources of EEG gamma frequency during volitionally meditation-induced, altered states of consciousness, and experience of the self. *Psychiatry Res*, 108(2), 111-121.
- Lou, H. C., Luber, B., Crupain, M., Keenan, J. P., Nowak, M., Kjaer, T. W., et al. (2004). Parietal cortex and representation of the mental Self. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 101(17), 6827-6832.
- Lou, H. C., Nowak, M., & Kjaer, T. W. (2005). The mental self. *Prog Brain Res*, 150, 197-204.
- Lueken, U., Muehlhan, M., Evens, R., Wittchen, H. U., & Kirschbaum, C. (2012). Within and between session changes in subjective and neuroendocrine stress parameters during magnetic resonance imaging: A controlled scanner training study. *Psychoneuroendocrinology*, 37(8), 1299-1308.
- Lutz, A., Brefczynski-Lewis, J., Johnstone, T., & Davidson, R. J. (2008). Regulation of the neural circuitry of emotion by compassion meditation: effects of meditative expertise. *PLoS One*, 3(3), e1897.
- Lutz, A., Dunne, J. D., & Davidson, R. J. (2007). Meditation and the Neurosciences of Consciousness: an Introduction. In E. Thompson, M. Moscovitch & P. D. Zelazo (Eds.), *Cambridge Handbook of Consciousness* (pp. 497-551). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ma, Q., Hu, L., & Wang, X. (2015). Emotion and novelty processing in an implicit aesthetic experience of architectures: evidence from an event-related potential study. *Neuroreport*, 26(5), 279-284.
- Mallgrave, H. F. (2010). *The architect's brain: neuroscience, creativity, and architecture*. Oxford, UK: Willey & Sons.

- Mallgrave, H. F. (2015). Embodiment and enculturation: the future of architectural design. *Front Psychol*, 6, 1398.
- Mann, A. T. (1993). *Sacred Architecture*: Element Books.
- Manna, A., Raffone, A., Perrucci, M. G., Nardo, D., Ferretti, A., Tartaro, A., et al. (2010). Neural correlates of focused attention and cognitive monitoring in meditation. *Brain Res Bull*, 82(1-2), 46-56.
- Merleau-Ponty, M. (1962). *Phenomenology of Perception*, trans. by Colin Smith. New York: Routledge.
- Moore, A., & Malinowski, P. (2009). Meditation, mindfulness and cognitive flexibility. *Conscious Cogn*, 18(1), 176-186.
- Nash, J. D., & Newberg, A. (2013). Toward a unifying taxonomy and definition for meditation. *Front Psychol*, 4, 806.
- Nehamas, A. (2007). *Only a Promise of Happiness*. Princeton, New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Newberg, A. B., & D'Aquili, E. G. (1998). The Neuropsychology of Spiritual Experience. In H. G. Koenig (Ed.), *Handbook of Mental Health*. San Diego, CA: Academic Press.
- Nobre, A. C., Coull, J. T., Maquet, P., Frith, C. D., Vandenberghe, R., & Mesulam, M. M. (2004). Orienting attention to locations in perceptual versus mental representations. *J Cogn Neurosci*, 16(3), 363-373.
- Norberg-Schulz, C. (1974). *Meaning in Western Architecture*. New York: Rizzoli.
- Ouellette, P., Kaplan, R., & Kaplan, S. (2005). The monastery as a restorative environment. *Journal of Environmental Psychology*, 25, 175-188.
- Radua, J., Phillips, M. L., Russell, T., Lawrence, N., Marshall, N., Kalidindi, S., et al. (2010). Neural response to specific components of fearful faces in healthy and schizophrenic adults. *Neuroimage*, 49(1), 939-946.
- Rapoport, A. (1990). *The Meaning of the Built Environment: A Nonverbal Communication Approach*. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.
- Robinson, S., & Pallasmaa, J. (Eds.). (2015). *Mind in Architecture: Neuroscience, Embodiment, and the Future of Design*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Rozzi, S., Ferrari, P. F., Bonini, L., Rizzolatti, G., & Fogassi, L. (2008). Functional organization of inferior parietal lobule convexity in the macaque monkey: electrophysiological characterization of motor, sensory and mirror responses and their correlation with cytoarchitectonic areas. *Eur J Neurosci*, 28(8), 1569-1588.
- Schjoedt, U. (2009). The religious brain: A general introduction to the experimental neuroscience of religion. *Method and Theory in the Study of Religion*, 21, 310-339.
- Shimomura, T., Fujiki, M., Akiyoshi, J., Yoshida, T., Tabata, M., Kabasawa, H., et al. (2008). Functional brain mapping during recitation of Buddhist scriptures and repetition of the Namu Amida Butsu: a study in experienced Japanese monks. *Turk Neurosurg*, 18(2), 134-141.
- Singh-Curry, V., & Husain, M. (2009). The functional role of the inferior parietal lobe in the dorsal and ventral stream dichotomy. *Neuropsychologia*, 47(6), 1434-1448.
- Slagter, H. A., Lutz, A., Greischar, L. L., Francis, A. D., Nieuwenhuis, S., Davis, J. M., et al. (2007). Mental training affects distribution of limited brain resources. *PLoS Biol*, 5(6), e138.

- Sternberg, E. M. (2009). *Healing Spaces: The Science of Place and Well-being*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Tagini, A., & Raffone, A. (2010). The 'I' and the 'Me' in self-referential awareness: a neuro-cognitive hypothesis. *Cogn Process*, 11(1), 9-20.
- Tang, Y. Y., Holzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nat Rev Neurosci*, 16(4), 213-225.
- Tang, Y. Y., Ma, Y., Fan, Y., Feng, H., Wang, J., Feng, S., et al. (2009). Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106(22), 8865-8870.
- Thompson, R. W., Arnkoff, D. B., & Glass, C. R. (2011). Conceptualizing mindfulness and acceptance as components of psychological resilience to trauma. *Trauma Violence Abuse*, 12(4), 220-235.
- Travis, F., & Shear, J. (2010). Focused attention, open monitoring and automatic self-transcending: Categories to organize meditations from Vedic, Buddhist and Chinese traditions. *Conscious Cogn*, 19(4), 1110-1118.
- Tzourio-Mazoyer, N., Landeau, B., Papathanassiou, D., Crivello, F., Etard, O., Delcroix, N., et al. (2002). Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain. *Neuroimage*, 15(1), 273-289.
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201-230.
- Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Gonzalez-Mora, J. L., Leder, H., et al. (2015). Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions. *Journal of Environmental Psychology*, 41, 10-18.
- Wang, D. J., Rao, H., Korczykowski, M., Wintering, N., Pluta, J., Khalsa, D. S., et al. (2011). Cerebral blood flow changes associated with different meditation practices and perceived depth of meditation. *Psychiatry Res*, 191(1), 60-67.
- Williams, K. A., Kolar, M. M., Reger, B. E., & Pearson, J. C. (2001). Evaluation of a Wellness-Based Mindfulness Stress Reduction intervention: a controlled trial. *Am J Health Promot*, 15(6), 422-432.
- Zeidan, F., Emerson, N. M., Farris, S. R., Ray, J. N., Jung, Y., McHaffie, J. G., et al. (2015). Mindfulness Meditation-Based Pain Relief Employs Different Neural Mechanisms Than Placebo and Sham Mindfulness Meditation-Induced Analgesia. *J Neurosci*, 35(46), 15307-15325.

Nota: Este artículo es una traducción al español del artículo original en inglés titulado "Externally-induced meditative states: an exploratory fMRI study of architects' responses to contemplative architecture", publicado en *Frontiers of Architectural Research*, Vol. 6, Número 2, junio de 2017, páginas 123-136, ISSN 2095-2635, <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.02.002>.

Abstract: Built environments can induce contemplative states; however, direct evidence of their impact on the brain remains limited. This exploratory study investigated the neural correlates of internal states elicited by architectural environments designed to promote contemplative experiences. Responses from 12 architects were examined while viewing images of both ordinary and contemplative architecture, using functional magnetic resonance imaging (fMRI) and self-reports.

Images of contemplative buildings: (1) elicited attentive, receptive, and absorptive experiences, while reducing internal dialogue; (2) produced decreased activation in the prefrontal cortex; and (3) activated the occipital lobe, precentral gyrus, and inferior parietal lobule. These findings suggest that observing architecture designed for contemplation may evoke phenomenological and neural states that consistently differ from those induced by buildings serving everyday functions.

The depth of these externally induced states was negatively correlated with activation of the Default Mode Network. This study points toward a novel approach to investigating how contemplation may be cultivated within the human brain–mind system.

Keywords: contemplation - meditation - architecture - embodiment - phenomenology - neuroscience

Resumo: Ambientes construídos podem induzir estados contemplativos; no entanto, faltam evidências diretas sobre seu impacto no cérebro. Este estudo exploratório investigou os correlatos neurais de estados internos provocados por arquiteturas projetadas para promover experiências contemplativas. Foram analisadas as respostas de 12 arquitetos diante de imagens de arquiteturas comuns e contemplativas, por meio de ressonância magnética funcional (fMRI) e autorrelatos.

As imagens de edifícios contemplativos: (1) induziram experiências atentas, receptivas e absorventes, reduzindo o diálogo interno; (2) produziram diminuição da ativação no córtex pré-frontal; e (3) ativaram o lobo occipital, o giro pré-central e o lobo parietal inferior. Esses resultados sugerem que a observação de arquiteturas projetadas para a contemplação pode evocar estados fenomenológicos e neurais que diferem de forma consistente daqueles induzidos por edifícios de uso cotidiano.

A profundidade desses estados induzidos externamente correlacionou-se negativamente com a ativação da Rede de Modo Padrão. Este estudo aponta para uma nova forma de investigar como a contemplação pode ser cultivada no sistema cérebro–mente humano.

Palavras-chave: contemplação - meditação - arquitetura - corporeidade - fenomenologia - neurociência

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

Julio Bermúdez. Presidente del *Architecture, Culture, and Spirituality Forum*, una organización de más de 1.000 miembros (de 65 países) que cofundó en 2007. Su trabajo se centra en la relación entre el mundo construido y el mundo espiritual a través de la fenomenología y la neurociencia, temas sobre los cuales ha enseñado, dictado conferencias, organizado simposios, realizado investigaciones y publicado en forma extensa. Ha participado también en numerosas plataformas mediáticas, incluyendo su aparición en el programa *Closer to Truth* de la televisión pública estadounidense y en *La historia de Dios* con Morgan Freeman de *National Geographic*. Sus proyectos actuales incluyen tres estudios empíricos sobre arquitectura sagrada y secular (respaldados por US\$1.5 millones en becas del *Templeton Religion Trust*). Es el autor de tres libros: *Transcending Architecture. Contemporary Views on Sacred Space, Architecture, Culture, and Spirituality* (con Thomas Barrie y Phillip Tabb), y *Spirituality in Architectural Education*. bermudez@cua.edu. School of Architecture and Planning. The Catholic University of America, 620 Michigan Ave. NE, Washington, DC 20064, EE.UU.

David Krizaj. Department of Ophthalmology and Visual Sciences and Department of Neurobiology & Anatomy, School of Medicine, University of Utah, 65 Mario Capecchi Dr., Salt Lake City, UT 84132, EE.UU.

David L. Lipschitz - Yoshio Nakamura. Utah Center for Exploring Mind-Body Interactions, Pain Research Center, Department of Anesthesiology, University of Utah, 615 Arapen Drive, Suite 200, Salt Lake City, UT 84108, EE.UU.

Charles Elliott Bueler, Jadwiga Rogowska, Deborah Yurgelun-Todd. Cognitive Neuroimaging Laboratory, Department of Psychiatry, University of Utah, 383 Colorow Drive, Room 323, Salt Lake City, UT 84108, EE.UU.