

La conectividad entre los núcleos del tálamo y la red por defecto explica las diferencias en los niveles de los rasgos de personalidad

Trabajo Fin de Grado de Psicología

Vidal Herrera Sánchez

Tutorizado por Niels Janssen y Sara Lozano Seoane

Curso Académico 2021-22

Tabla de contenido

Resumen	2
Abstract	3
Introducción	4
Revisión del problema pertinente	4
Personalidad y trastornos de personalidad	4
Red Cerebral por Defecto (DMN)	7
Tálamo y su relación con la DMN y la personalidad	9
Motivo de estudio	12
Método	12
Muestra	12
Instrumentos	13
Resonancia Magnética	13
Resonancia Magnética Funcional	15
Freesurfer	15
NEO-FFI	15
R 4.2.0	16
Diseño	16
Análisis	16
Análisis en R	17
Resultados	18
Puntuaciones	18
Discusión	23
Referencias	26
Anexos	30

Resumen

¿Qué importancia tiene investigar la relación entre la personalidad y el cerebro? El estudio acerca de los rasgos de personalidad, así como de sus correlatos neurales, tiene el potencial de mejorar la evaluación clínica y el tratamiento de los trastornos de la personalidad. La evidencia de conexiones entre los rasgos de personalidad y el tálamo, así como entre estos rasgos y la red por defecto, suscita un interés por la siguiente pregunta: ¿Hay una relación entre subestructuras del tálamo y la red por defecto que pueda explicar las diferencias en los rasgos de personalidad? Se utilizaron los datos de resonancia magnética funcional de ultra-alta resolución y los datos del inventario de personalidad del modelo de los Cinco Grandes (NEO-FFI), para hacer una comparación de conectividad funcional en niveles altos y bajos de cada rasgo. Se encuentra que la coactivación entre el tálamo y la red por defecto es capaz de explicar los rasgos en los modelos de la Apertura, la Responsabilidad, el Neuroticismo y la Extraversión. Los núcleos central lateral y laterodorsal del tálamo fueron importantes en la interacción de los modelos de los rasgos que resultaron significativos. No se encontraron datos concluyentes para el modelo de la Amabilidad.

Palabras clave: red por defecto, tálamo, rasgos, personalidad, conectividad funcional, enfoque dimensional

Abstract

How important is it to investigate the relationship between personality and the brain? The study of personality traits, as well as their neural correlates, has the potential to improve the clinical assessment and treatment of personality disorders. The evidence for connections between personality traits and the thalamus, as well as between these traits and the default network, raises an interest in the following question: Is there a relationship between substructures of the thalamus and the default network that can explain differences in personality traits? Ultra-high-resolution functional magnetic resonance imaging data and Big Five model personality inventory (NEO-FFI) data were used to make a comparison of functional connectivity at high and low levels of each trait. It is found that coactivation between the thalamus and the default network is able to explain traits in the Openness, Responsibility, Neuroticism and Extraversion models. The lateral central and laterodorsal nuclei of the thalamus were important in the interaction of the trait models that were found to be significant. No conclusive data were found for the Agreeableness model.

Keywords: default network, thalamus, traits, personality, functional connectivity, dimensional approach

Introducción

Revisión del problema pertinente

En los últimos años, han aparecido investigaciones sobre la relación que pueden tener los rasgos de personalidad con los trastornos de personalidad (Wiggins y Pincus, 1989). Esta evidencia ha suscitado interés en el campo de la neurociencia, provocando la proliferación de estudios que se inclinan por la búsqueda de correlatos cerebrales, funcionales y estructurales que podrían tener relación con los rasgos de la personalidad (Nakagawa et al., 2021). Además, recientemente se ha relacionado, a nivel de redes cerebrales, la red por defecto (DMN, por sus siglas en inglés) con la personalidad (Sampaio et al., 2013). Por ello, en el siguiente estudio se ha pretendido vislumbrar si existe, a nivel subcortical, una conectividad conjunta con la DMN que pueda ser predicha por los rasgos, pues existen estudios que también confirman la relación de estructuras subcorticales con algunos rasgos de personalidad (Vieira et al., 2015). En este caso se tomaron los núcleos del tálamo como estructuras subcorticales cooperativas con la DMN con la intención de aportar más evidencia que pueda servir de ayuda para concretar, de forma orgánica, aquellas zonas que pueden ser de interés para algunos trastornos de personalidad.

Personalidad y trastornos de personalidad

Actualmente no existe una definición comúnmente admitida por los teóricos de la personalidad. Sin embargo, según Librán (2015), de forma general, la personalidad se consideraría el conjunto de características propias que posee cada individuo y que influiría de forma idiosincrásica sobre su conducta, su motivación y sus procesos cognitivos dependiendo del contexto. De este modo se pueden distinguir entre los procesos cognitivos (p. ej., la atención y la memoria), los procesos conativos (p. ej., la motivación) y los procesos emocionales (p. ej., la tristeza), existiendo así una multiplicidad de procesos que intervienen en la conducta de los individuos. Ante esta problemática, los psicólogos se han visto con la necesidad de generar taxones que logren clasificar esta diversidad de fenómenos psicológicos surgiendo así, entre otros, el modelo de la psicología de los rasgos (Pueyo, 1997).

Según Pueyo (1997), el rasgo se puede entender como la forma en la que una persona, en muchas y diversas situaciones, tiende a comportarse de manera parecida. Incluso, el rasgo se ha considerado como el concepto que mejor representa la unidad de análisis de las diferencias individuales y que, usualmente, se refiere a un conjunto de hábitos de la conducta correlacionados (Eysenck y Eysenck, 1985, como se cita en Pueyo, 1997).

En las últimas décadas, la taxonomía que ha recibido más atención y apoyo de los rasgos de personalidad, por parte de los investigadores de personalidad, ha sido el modelo de los Cinco Grandes (Larsen y Buss, 2005). El modelo de los cinco rasgos partió originalmente de un enfoque léxico-estadístico que, por medio de este, se ha logrado aglutinar una gran cantidad de términos que mediante análisis factoriales se han podido reducir y agrupar en un total de cinco rasgos (Larsen y Buss, 2005). Algunos autores llegaron a culminar un cuestionario que medía concretamente los cinco rasgos y, además, pudieron demostrar que estos rasgos mostraron estabilidad a lo largo de la vida adulta mediante un programa de investigación (Costa y McCrae, 1984; Costa y McCrae, 1988). A partir de estas acciones, y un reajuste de los inventarios iniciales, elaboran el NEO-PI-R, el cual registra los siguientes rasgos: Neuroticismo, Extraversión, Apertura, Amabilidad y Responsabilidad (Librán, 2015). La interpretación de los rasgos que hicieron Costa y McCrae se explica a continuación.

Primero, el continuo Neuroticismo vs. Estabilidad Emocional es definido, en niveles altos, por aspectos como estar preocupado, inseguro, emociones negativas como la ansiedad, pensamientos irracionales, espejismos e ilusiones, así como comportamientos impulsivos. Segundo, niveles altos del rasgo Extraversión sugieren adjetivos como sociable, amante de la diversión, amistoso, hablador y afectuoso. Tiene un papel importante la sociabilidad, y también se asocian otros elementos como la asertividad, el nivel de actividad, la búsqueda de sensaciones, etc. Tercero, el rasgo de Apertura a la Experiencia es definido por adjetivos como originalidad, imaginativo, de amplios intereses y atrevido. Cuarto, niveles bajos del rasgo Amabilidad vs. Antagonismo son definidos por adjetivos como irritabilidad, crítico, cínico, vengativo e insensible. Este rasgo, junto al de responsabilidad, fueron añadidos una vez revisado el inventario original, el NEO-PI, y se encuentran

presentes en pocos modelos de personalidad. Por último, niveles altos del rasgo de Responsabilidad vs. Negligencia, se pueden definir por adjetivos como individuo controlado, gobernado por sí mismo, respetuoso, cuidadoso y planificado, además de responsable.

Como parte del desarrollo de la teoría de los rasgos, actualmente una de las vertientes más interesantes es el estudio de los trastornos de personalidad (Trull y Durrett, 2005). Algunas investigaciones han encontrado fuertes relaciones entre las concepciones de los trastornos de personalidad y las dimensiones de los rasgos de personalidad, en el que el uso del modelo de los Cinco Grandes ha sido necesario para poder integrar toda la gama de los trastornos de personalidad (Wiggins y Pincus, 1989). De hecho, Widiger (1997) afirma que, presentando datos, los trastornos se deben a variantes y combinaciones desadaptativas de los rasgos de personalidad. Esto supondría un cambio de enfoque a nivel clínico, pues actualmente para el diagnóstico de los trastornos de personalidad se sigue un sistema categórico que figura en las diferentes versiones del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM; Asociación Americana de Psiquiatría 1980, 1987, 1994, 2000, como se cita en Trull y Durrett, 2005). Es decir, es un sistema taxonómico, en el que el cumplimiento de un mínimo de criterios es suficiente para pertenecer a una categoría diagnóstica. Esto supone un problema en la actualidad, pues individuos que cumplen menos criterios que otros son valorados y tratados del mismo modo que aquellos que cumplen con una mayor sintomatología asociada al trastorno (Trull y Durrett, 2005). Por ello, surge como alternativa un enfoque dimensional de clasificación, centrado en cuantificar cada constructo de trastorno de personalidad, la distribución de los rasgos y su inadaptación asociada. Este enfoque se ve respaldado por varios modelos, siendo uno de ellos el modelo de los Cinco Grandes de personalidad (Trull y Durrett, 2005).

Estas evidencias han generado, recientemente, un mayor interés por comprender más acerca de los rasgos y sus variaciones, suscitando atención en el campo de la neurociencia por investigar si, a nivel de conectividad y funcionalidad cerebral, existen correlatos anatómicos estructurales específicos que expliquen las variaciones de los rasgos. Lo cual ha llevado a encontrar correlaciones positivas con

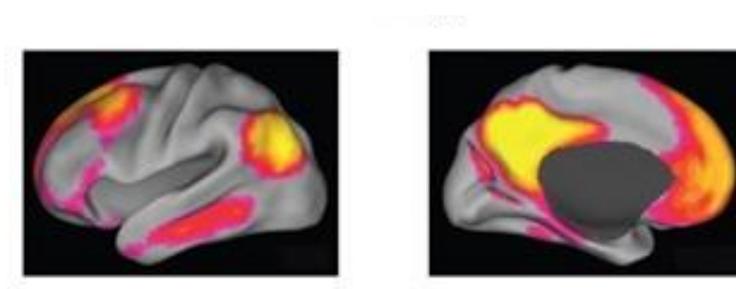
la actividad cerebral en algunas zonas de la DMN según el rasgo (Sampaio et al., 2013).

Red Cerebral por Defecto (DMN)

Por primera vez, Shulman et al. (1997) pudieron apreciar que un conjunto de trazos armoniosos de las áreas de la corteza cerebral humana experimentaba una reducción sistemática de su actividad durante la realización de diversas tareas nuevas y dirigidas a un objetivo. Esta evidencia sugiere que existe un modo predeterminado de funcionamiento cerebral sistemático y organizado que se suspende o pasa a un “segundo plano” en el momento en el que se realizan comportamientos específicos con un objetivo definido. A este modo de funcionamiento se le conoce en la literatura como red cerebral por defecto o red en estado de reposo (DMN; véase la Figura 1).

Figura 1

Imagen de DMN



Nota. En esta imagen se aprecia la conectividad funcional en estado de reposo, que involucra a la corteza prefrontal medial, la corteza del precúneo y la corteza cingulada posterior. De “A default mode of brain function”, por Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L., 2001, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), p. 676 (<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071013-014030>). Derechos de autor 2015 por Annual Reviews.

Este hecho ha generado interés por conocer qué áreas se ven implicadas en el funcionamiento de esta red así como de su significado conductual (Harrison et. al, 2008). Por ello, y debido a que la personalidad ha sido definida por descriptores

lingüísticos, careciendo de características neuroanatómicas, no han tardado en aparecer estudios con la intención de averiguar si existe relación entre la personalidad y la DMN (Nostro et al., 2018). Parece que este descubrimiento ha tenido un efecto “semilla” que se ha ido magnificando poco a poco con el encuentro de resultados y evidencias que confirman esta relación, provocando un interés por expandir los conocimientos acerca de cuál podría ser el esqueleto neuronal de la personalidad en el cerebro. Por ello, han aparecido estudios que han investigado sobre estructuras subcorticales, con la intención de profundizar e ir más allá sobre las características neuroanatómicas en las que se pueden ver implicados los rasgos de personalidad, encontrando algunos resultados que favorecen al mapeo cerebral de esta (Nakagawa et al., 2021). A pesar de ello, los constituyentes subcorticales de la DMN aún están por definir, aunque parece que la DMN incluye un conjunto de áreas transmodales interconectadas en la que se encuentra la corteza cingulada posterior, la cual, mediante un análisis de región de interés (ROI, por sus siglas en inglés Region of Interest), ha mostrado correlaciones con las redes basadas en el hipocampo y el tálamo (Lee y Xue, 2018). Es decir, en este caso, la corteza cingulada posterior serviría de puente a la DMN para conectarse con estructuras subcorticales como el hipocampo y el tálamo y, viceversa.

Sobre esto, Cunningham et al. (2016) logran identificar interacciones funcionales de algunas estructuras subcorticales, como el tálamo, con la DMN, pero sin llegar a integrar la personalidad, a pesar de haber visto que los rasgos pueden estar asociados con la DMN (Sampaio et al., 2013), y que las variaciones de los rasgos podrían ser la causa de los trastornos de personalidad (Widiger, 1997). Por otra parte, pero en la línea de lo anterior, estudios recientes han podido apreciar que el tálamo, en este caso, se ha asociado con puntuaciones más altas en el rasgo de Neuroticismo (Dong et al., 2020). Sin embargo, no existen evidencias claras de estudios que integren y relacionen la conectividad funcional de la DMN, con los rasgos de personalidad y el tálamo como estructura subcortical.

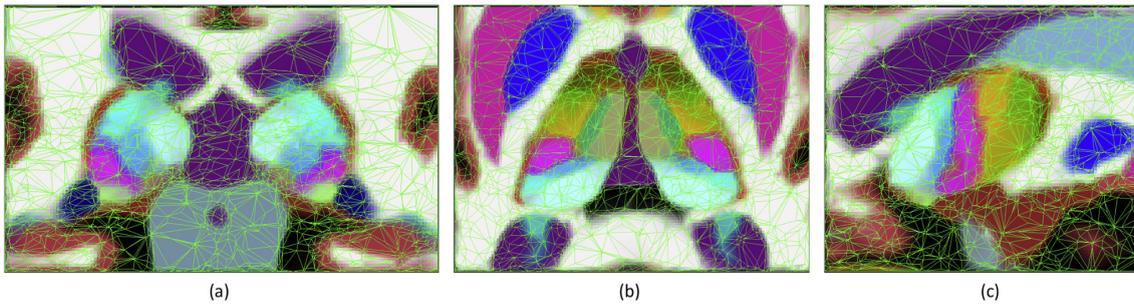
Tálamo y su relación con la DMN y la personalidad

Moini et al. (2021) consideran que el tálamo es una estructura subcortical, de unos 4 centímetros de longitud, que se encuentra en la profundidad del cerebro y constituye, aproximadamente, el 80% de lo que se conoce como diencefalo. El

tálamo está formado principalmente por materia gris y está constituido por varios núcleos, que se denominan según su ubicación y cada uno está especializado funcionalmente (véase Figura 2). A nivel funcional, recibe impulsos aferentes de todo el cuerpo y es el punto de relevo final de la información sensorial ascendente proyectada hacia la corteza sensorial primaria, por lo que se encarga de filtrar, amplificar y transmitir la información sensorial que se demande. Además, casi todas las demás entradas que llegan a la corteza cerebral se mueven a través de los núcleos talámicos. Estos incluyen entradas que ayudan a regular las funciones emocionales y viscerales desde el hipotálamo, a través de los núcleos anteriores. También se incluyen instrucciones que ayudan a dirigir la actividad de las cortezas motoras desde el cerebelo y los núcleos basales. Es decir, el tálamo se encarga de recibir, enviar integrar, filtrar y procesar información de naturaleza sensitiva, límbica y motora, poseyendo un rol en una multitud de funciones.

Figura 2

Imagen del tálamo y sus núcleos



Group	Color	Abbrev.	Nucleus	Definition
Anterior	Dark Green	AV	Anteroventral	Well defined nucleus, starting very rostrally. Continued by the LD. Small/medium sized neurons. We include the anterior medial and anterior dorsal nuclei into the AV.
Lateral	Light Green	LD	Laterodorsal	Made up of small cells, pale and homogeneously distributed.
	Blue	LP	Lateral posterior	Group of loosely arranged small and medium neurons. It continues the ventral lateral nucleus an its posterior part (VLp) caudally, as far as the PuA.
Ventral	Brown	VA	Ventral anterior	Located at the anterior pole of the thalamus, and formed by medium size neurons crossed by bundles of fibers.
	Orange	VAmc	Ventral anterior magnocellular	Formed by big and dark neurons, loosely arranged.
	Light Green	VLa	Ventral lateral anterior	Formed by small neurons in clusters, in the dorsolateral part of the nucleus.
	Yellow	VLp	Ventral lateral posterior	Made up of large neurons, loose appearance.
	Pink	VPL	Ventral posterolateral	Formed by small and medium sized neurons from the ventral part of VLP to the PuI and PuL. The medial portion (ventral posteromedial nucleus) is included in our definition of VPL.
	Light Green	VM	Ventromedial	The neurons are similar to VA neurons, but without bundles of crossing fibers. It lies ventral to VA.
Intralaminar	Red	CeM	Central medial	Formed by a compact group of dark neurons, located close to MV-Re and Pv.
	Green	CL	Central lateral	Made up of big neurons, arranged in clusters. It lies dorsal to the MD, lateral to MDl, and underneath AV and LD.
	Purple	Pc	Paracentral	Lateral to MDl. Medial to VLP. Small and connected islands, loose.
	Olive	CM	Centromedian	Formed by small, condensed neurons. It is surrounded by fibers of the internal medullary lamina.
	Blue	Pf	Parafascicular	Formed by small and compact neurons. It lies ventral and medial to the CM.
Medial	Purple	Pt	Paratenial	Rostrocaudally oriented group of small neurons along the stria medullaris.
	Dark Blue	MV-re	Reuniens (medial ventral)	Rostrally situated, it consists of a mix of large and small neurons. Fused with the other side through the adhesion interthalamica. Anteroventral to CM and medial to VA.
	Olive	MDm	Mediodorsal medial magnocellular	Made up of big and darkly stained neurons, sometimes in irregular groups at the ventral part.
	Green	MDl	Mediodorsal lateral parvocellular	Smaller neurons which form varied forms of groupings. Bordered by the Pc, CL and Pf ventrally.
Posterior	Dark Blue	LGN	Lateral geniculate	Formed by magnocellular layers ventrally, and parvocellular dorsally.
	Light Green	MGN	Medial Geniculate	Located medial and posterior to the LGN. It is made up of three parts: magnocellular, dorsomedial, and ventromedial.
	Brown	L-SG	Limitans (suprageniculate)	Made up of medium and large, deeply stained neurons, which form islands with an irregular profile. It lies on top of the pretectal complex.
	Light Blue	PuA	Pulvinar anterior	Group of neurons located ventromedially to the LP.
	Light Blue	PuM	Pulvinar medial	Formed by small and pale neurons of uniform appearance and distribution. It lies at the posterior end of the thalamus.
	Cyan	PuL	Pulvinar lateral	Big in size, it occupies most of the lateral part of the caudal thalamus. It is crossed by many fibers.
	Light Blue	PuI	Pulvinar inferior	Located ventrally and laterally to the PuM, and formed by small and medium neurons.
Others	Red	R	Reticular	Groups of medium or large neurons, which wrap the thalamic nuclei. Traversed by numerous bundles of fibers along its extent, and separated from the VA, VLa, VLp, VPL, PuL by the external medullary lamina.

Nota. En la parte superior de la imagen aparecen las reconstrucciones de los núcleos talámicos en diferentes niveles de corte. Corte coronal (a), corte axial (b) y corte sagital (c). Los colores representados en los cortes tienen su leyenda en la parte inferior de la imagen, la cual señala el color que le corresponde a cada núcleo. De “A probabilistic atlas of the human thalamic nuclei combining ex vivo MRI and histology”, por Iglesias, J. E., Insausti, R., Lerma-Usabiaga, G., Bocchetta, M., Van Leemput, K., Greve, D. N., ... & Alzheimer’s Disease Neuroimaging Initiative, 2018, *Neuroimage*, 183, p. 314 (<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.08.012>). De dominio público.

El tálamo podría formar parte de los sistemas que explican las diferencias en la personalidad, como sugieren los estudios de Dong et al. (2020) y el de

Cunningham et al. (2016). Dong et al. (2020) se interesaron por conocer los mecanismos neuronales que subyacen al Neuroticismo, pues se han encontrado evidencias de que las personas con mayor Neuroticismo son vulnerables al estrés, y del mismo modo, son más propensas a desarrollar depresión (Beck, 2008 ; Disner et al. , 2011; como se cita en Dong et al.,2020). En cuanto al método y al análisis de este estudio, se le administró a un total de 148 adultos sanos la tarea de estrés de imágenes de Montreal (MIST, por sus siglas en inglés) durante la resonancia magnética funcional (fMRI, de sus siglas en inglés). Además, las puntuaciones de Neuroticismo se obtuvieron de la versión china de la subescala de Neuroticismo del NEO Personality Inventory Revised (NEO-PI-R), siendo una escala fiable y válida (Xi et al., 2018, como se cita en Dong et al., 2020). Por otra parte, para detectar las asociaciones de Neuroticismo con la actividad neuronal que involucra la percepción y el procesamiento del estrés psicosocial se utilizó un análisis de regresión de vóxeles de todo el cerebro. Como resultado apareció que las puntuaciones más altas de Neuroticismo mostraron una asociación con actividades más altas en la corteza cingulada posterior/precúneo y el tálamo, lo que sugiere un papel fundamental de la corteza cingulada posterior/precúneo y el tálamo en el efecto del Neuroticismo sobre algunos mecanismos neurales (Dong et al.,2020).

Por otra parte, en el estudio de Cunningham et al. (2016) se interesaron por conocer más sobre la conectividad estructural del precúneo y el tálamo con regiones dentro de la DMN, pues se tenía menos información acerca de esto. Respecto al método y el análisis de este estudio, se utilizaron imágenes de tensor de difusión (DTI) de 37 sujetos sanos de la base de datos Human Connectome Project, con el objetivo de cercar el precúneo y el tálamo considerando su conectividad probabilística de materia blanca que los une y las regiones de interés (ROI). Asimismo, se evaluó la conectividad funcional en estado de reposo entre las regiones de interés del precúneo, tálamo y DMN (Cunningham et al., 2016). Por lo general, en este estudio se evidenció que existe una elevada conectividad, tanto estructural como funcional, entre el tálamo, el precúneo y la DMN (Cunningham et al., 2016).

Motivo de estudio

Los hallazgos obtenidos en los estudios Dong et al. (2020) y el de Cunningham et al. (2016) sugieren que los rasgos podrían verse reflejados en un mapa conectivo entre, al menos, el tálamo y la DMN. Por ello, se observará si existen diferencias en los niveles de los rasgos durante la coactivación entre el tálamo y la DMN, con la intención de conocer más sobre la funcionalidad del tálamo y las conexiones con las que se asocia la DMN. Además, de este modo, se podría orientar la personalidad a una perspectiva con tangibilidad neurofuncional y anatómica, que podría ser de interés para la identificación de los trastornos de personalidad si estos se asocian a las variaciones de los rasgos.

Método

Muestra

En los datos iniciales se obtiene una muestra de 184 sujetos provenientes de la base de datos de adultos jóvenes y sanos del Human Connectome Project (HCP). Este proyecto fue lanzado en julio de 2009 y ha sido patrocinado por dieciséis miembros de los Institutos Nacionales de la Salud, cuyo objetivo principal ha sido el de “cartografiar” la conectividad anatómica y funcional dentro del cerebro humano. Una vez realizado un control de calidad de los datos, para evitar efectos de ruido, quedó un total de 172 participantes. Por otra parte, existen problemas con la segmentación del tálamo en dos de los participantes, por lo que la muestra final es de 170 participantes. Los sujetos se repartieron en los niveles del rasgo al que pertenecían, por lo que por cada rasgo hay 170 sujetos que se dividieron en niveles altos o bajos. El número de sujetos que corresponde a cada grupo, dependiendo de su nivel de rasgo y de su sexo, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1*Grupos por cada rasgo*

Grupo	Nivel rasgo	Sexo	n	Edad media	sd
Neuroticismo	Alto	Hombre	27	27,11	3,75
		Mujer	55	29,96	2,83
	Bajo	Hombre	41	27,71	3,08
		Mujer	47	31,02	2,35
Apertura	Alto	Hombre	37	27,84	3,03
		Mujer	42	30,28	2,91
	Bajo	Hombre	31	27,03	3,69
		Mujer	60	30,57	2,47
Responsabilidad	Alto	Hombre	30	27,1	3,22
		Mujer	46	30,59	2,58
	Bajo	Hombre	38	27,76	3,46
		Mujer	56	30,34	2,72
Amabilidad	Alto	Hombre	24	27,92	3,45
		Mujer	44	30,48	2,34
	Bajo	Hombre	44	27,23	3,30
		Mujer	58	30,43	2,88
Extraversión	Alto	Hombre	36	27,72	3,46
		Mujer	40	30,70	2,12
	Bajo	Hombre	32	27,19	3,25
		Mujer	62	30,29	2,95

Instrumentos***Resonancia Magnética***

La Resonancia Magnética (RM), o también denominada Resonancia Magnética Nuclear (RMN), se trata de una técnica no invasiva que permite obtener

imágenes tomográficas de fácil interpretación en cualquier dirección del espacio tisular. Es importante destacar el hecho de que no se utilizan radiaciones ionizantes, por lo que hasta la fecha no se han encontrado efectos iatrogénicos debidos a su uso. La obtención de estas imágenes es posible a los siguientes componentes: el imán creador del campo magnético, en donde la unidad de campo magnético para medir la RM es la tesla (T) que equivale a 10.000 gauss (el campo magnético terrestre se sitúa en 0,5 gauss); la antena emisora de radiofrecuencia, la cual se encarga de enviar ondas electromagnéticas que son absorbidas por diferentes partículas; la antena receptora, donde se recoge la señal emitida por los tejidos; y, por último, un ordenador con un sistema de representación de imagen (Junqué y Barroso, 2014). La imagen es representada mediante unidades tridimensionales que contienen información del tejido tomado, denominadas *vóxel*. En cuanto a la imagen obtenida, estudiando la señal de relajación, se puede obtener información sobre la partícula de interés (partícula que debe cumplir con los criterios de absorción selectiva de energía de radiofrecuencia) acerca de la densidad de sus núcleos o del entorno bioquímico en el que los núcleos se encuentran (Junqué y Barroso, 2014). El tiempo que transcurre desde que se ha lanzado un pulso de radiofrecuencia y se recoge la señal para la imagen se considera un proceso de *potenciación de imagen*. En la RM existen tres tipos básicos de potenciación: imagen potenciada en densidad, imagen potenciada en T1 (que es la que se ha usado) e imágenes potenciadas en T2 o T2*. Además, existen otros tres tipos de secuencias de pulsos que son: la secuencia de Eco de Espín (SE), la secuencia de Inversión-Recuperación (RE) y la secuencia de Eco Gradiente (GE). Este último, la secuencia GE, es la utilizada y se utiliza para obtener imágenes potenciadas en T1 o para hacer contrastes intermedios (Junqué y Barroso, 2014).

Resonancia Magnética Funcional. La Resonancia Magnética Funcional (fMRI) usa el equipamiento de la RM y utiliza sus imágenes para apreciar el comportamiento magnético diferencial de la oxihemoglobina, es decir, se detectan los cambios de oxigenación de la sangre. A este efecto de contraste se le conoce como *BOLD* (dependiente del nivel de oxígeno sanguíneo), donde los cambios son inducidos por la activación cerebral y provocan un incremento paradójico en el volumen de la oxigenación sanguínea en las zonas que induzcan este proceso. Esto permite obtener mapas de la actividad cerebral mientras se realizan tareas mentales tomando como referencia exclusivamente el contraste endógeno. Para este estudio las imágenes de fMRI utilizadas fueron adquiridas con una secuencia Gradient-Echo EPI en 7T. Matriz 130x130. Resolución de 1.6mm³. TR/TE:1000/22.2 ms y ángulo de giro de 45°.

Freesurfer

Se trata de un paquete de software que permite analizar y visualizar datos de neuroimagen, ya sean estructurales o funcionales de estudios transversales o longitudinales. Ha sido desarrollado por el Laboratorio de Neuroimagen Computacional del Centro Athinoula A. Martinos de Imagen Biomédica (Fischl, 2012) . Ha sido elegido como el software de análisis de resonancia magnética para el HCP. En este estudio ha servido para la segmentación de los núcleos del tálamo.

Los datos estructurales T1 fueron adquiridos con una secuencia 3DMPRAGE y con los siguientes parámetros: TI/TR/TE:1000/2400/2.14ms y ángulo de giro de 80°, obteniendo una resolución de 0.7mm³. Los datos estructurales T2 fueron adquiridos con una secuencia 3D T2-SPACE, con los siguientes parámetros: TR/TE:3200/565 ms y ángulo de giro variable. Obteniendo una resolución de 0.7mm³.

NEO-FFI

Inventario de personalidad que se trata de la versión resumida del NEO-PI-R (Costa y McCrae, 1992), uno de los instrumentos más utilizados para la evaluación de los Cinco Grandes Rasgos (Balluerka et al., 2007). Los rasgos que evalúa son Neuroticismo, Extraversión, Apertura a la Experiencia, Amabilidad y

Responsabilidad. Está compuesto por los primeros sesenta ítems del NEO-PI-R, siendo doce por cada rasgo, donde los ítems son afirmaciones descriptivas (p. ej., “No me preocupo”, “Realmente me divierte hablar con la gente”), valoradas en una escala tipo Likert de cinco opciones (1 = *totalmente en desacuerdo* a 5 = *totalmente de acuerdo*) y se puede rellenar a papel y lápiz.

R 4.2.0

Es un programa que se utiliza para realizar análisis estadísticos y gráficos (R Core Team, 2022).

Diseño

El análisis estadístico fue llevado a cabo mediante el programa R. Con la base de datos obtenida del HCP se pretendió observar cómo los diferentes rasgos predecían la coactivación de la DMN con los diferentes núcleos del tálamo. Esta base contiene datos de interés de los test de personalidad de los Cinco Grandes, así como de conectividad funcional. Por lo tanto, como variable dependiente (VD) se usó la conectividad funcional de la DMN y como variables independientes (VI) los grupos de cada rasgo (cada rasgo se dividió en alto o bajo según su valor) y los núcleos del tálamo. Por otra parte, la edad, el género y el hemisferio son consideradas co-variables del diseño.

Análisis

Para el análisis de los datos de resonancia magnética en estado de reposo se utilizó un método de fMRI denominado análisis de componentes independientes (ICA, de sus siglas en inglés) grupal, combinado con otra técnica llamada regresión dual. Con el ICA grupal, se separó la señal fMRI de todo el cerebro, y de todos los participantes concatenados en el tiempo, en veinte componentes independientes, número determinado a priori utilizando como referencia trabajos previos (Nickerson et al., 2017). De los componentes resultantes, se seleccionó el que mayor parecido tenía con la DMN en cuanto a su distribución espacial. Se utilizó el componente seleccionado para extraer la DMN de cada participante, por medio de la *regresión dual*. La regresión dual consiste en una primera regresión, del mapa a los datos de todo el cerebro en cada participante, y una segunda regresión, de los tiempos de

reacción resultantes, de nuevo a los datos de todo el cerebro en cada participante (Nickerson et al., 2017). Estos mapas muestran la conectividad funcional en la DMN para cada participante. Por último, se obtuvieron los valores medios de coactivación para los núcleos del tálamo utilizando la segmentación automática de Freesurfer.

Análisis en R

En el análisis de R se siguió un modelo lineal. De los datos extraídos del HCP se encontraron dos columnas donde están los nombres de los rasgos y el valor de cada uno de estos. Cada rasgo se dividió en dos grupos tras ser dividido por la mediana que les correspondía. Una vez realizado esto se pudo distinguir entre valores “high” (altos) y “low” (bajos) para cada rasgo. Por tanto, los participantes tenían un bajo o alto nivel de cada rasgo en relación a la muestra, y no en comparación a unos resultados estandarizados. Es decir, esta clasificación se ha realizado exclusivamente con los valores de los participantes de esta base de datos que cumplieran con las características de interés. Una vez realizado esto se generó un modelo lineal de efectos mixtos para cada rasgo en el que se incluían la VD, la VI y las co-variables. Un ejemplo sería el siguiente, el cuál se utilizó para la apertura:

```
dmnfc ~ Gender + hemi + Age + group*nucleus + (1|subj),
```

donde “dmnfc” corresponde al valor numérico para la conectividad funcional o coactivación, “Gender” se refiere al género del participante, “hemi” al hemisferio correspondiente a cada núcleo del tálamo, “Age” a la edad, “group” a grupo alto o bajo en el rasgo de apertura (para este caso), “nucleus” a los núcleos del tálamo, y “subj” a los participantes.

Tras el ajuste de este modelo se generaron medias estimadas para los niveles especificados del modelo.

```
modop.emm=emmeans(modop, ~ group|nucleus)
```

Por consiguiente, y para ver si el modelo encuentra efectos en la interacción entre el grupo del rasgo y los núcleos del tálamo y, si predice la coactivación con la DMN se realizó el ANOVA.

En los modelos que se pudieran encontrar efectos significativos de la interacción se añadirá una fórmula más en la que se pueda apreciar qué núcleos del tálamo muestran una activación significativa en dicha interacción. También se extrajeron sus gráficas.

Resultados

Puntuaciones

Se han encontrado algunos resultados significativos. Para facilitar su comprensión se comentará, para cada modelo que haya resultado significativo, los núcleos del tálamo que hayan mostrado un efecto de interacción con niveles altos y bajos de los rasgos para predecir la coactivación funcional con la DMN.

El modelo para el rasgo de Apertura mostró resultados significativos, como se informa en la Tabla 2, para la interacción entre los núcleos y los niveles del grupo, $F(25,8619)=1.67$, $p<0.05$. En cuanto a los núcleos del tálamo, el central lateral y el ventro medial resultan ser significativos en la coactivación ($ratio\ z=2.85$, $p<0.01$ y $ratio\ z=2.26$, $p<0.05$). El laterodorsal no llega a ser significativo, pero muestra cierta tendencia ($p=0.0537$). Véase también la Figura 3.

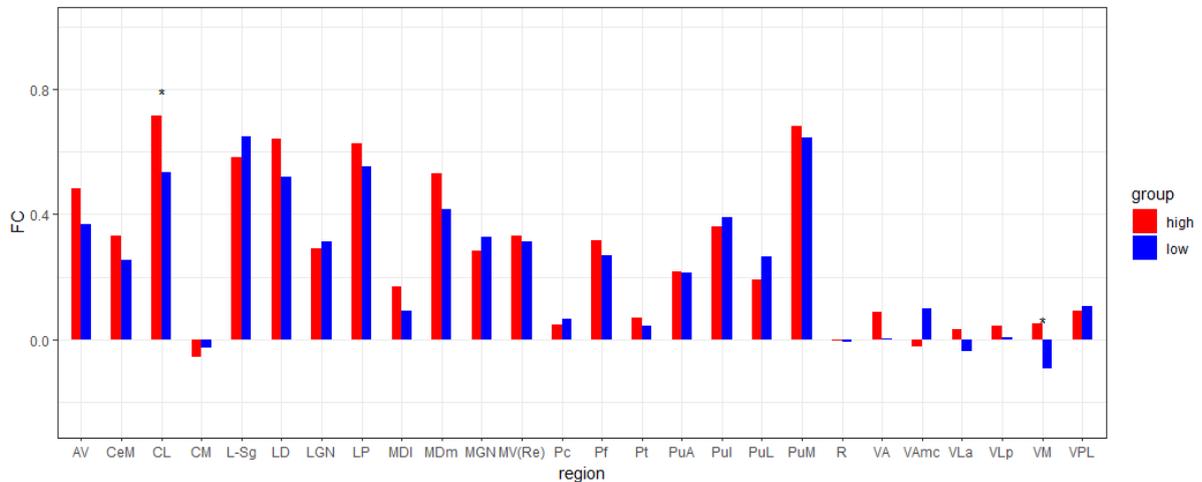
Tabla 2

ANOVA del modelo para el rasgo de apertura

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
Gender	0.49	0.4851	1	166	1.7901	0.18275
Hemi	0.60	0.6017	1	8619	2.2204	0.13623
Age	0.59	0.5855	1	166	2.1608	0.14347
Group	0.28	0.2849	1	166	1.0513	0.30669
Nucleus	445.72	17.8287	25	8619	65.7921	< 2e-16 ***
Group:Nucleus	11.34	0.4536	25	8619	1.6741	0.01885 *

Figura 3

Conectividad funcional entre la red por defecto y núcleos del tálamo en niveles altos y bajos del rasgo de Apertura



Nota. En el eje y se muestra el nivel de coactivación con la red por defecto. En el eje x se muestran los diferentes núcleos del tálamo. En rojo y azul se muestran niveles altos y bajos, respectivamente, para este rasgo. Por último, los asteriscos indican la presencia de un efecto significativo.

El modelo para el rasgo de Responsabilidad resultó obtener una interacción significativa también, $F(25,8619)=2.10$ $p<0.01$, como se informa en la Tabla 3 y la Figura 4. Acerca de los núcleos del tálamo, el central lateral y laterodorsal resultan ser significativo ($ratio\ z=-2.73$, $p<0.01$ y $ratio\ z=-2.71$, $p<0.01$) del mismo modo que el lateral posterior y el mediodorsal medial magnocelular ($ratio\ z=-2.17$, $p<0.05$ y $ratio\ z=-1.97$, $p<0.05$).

Tabla 3

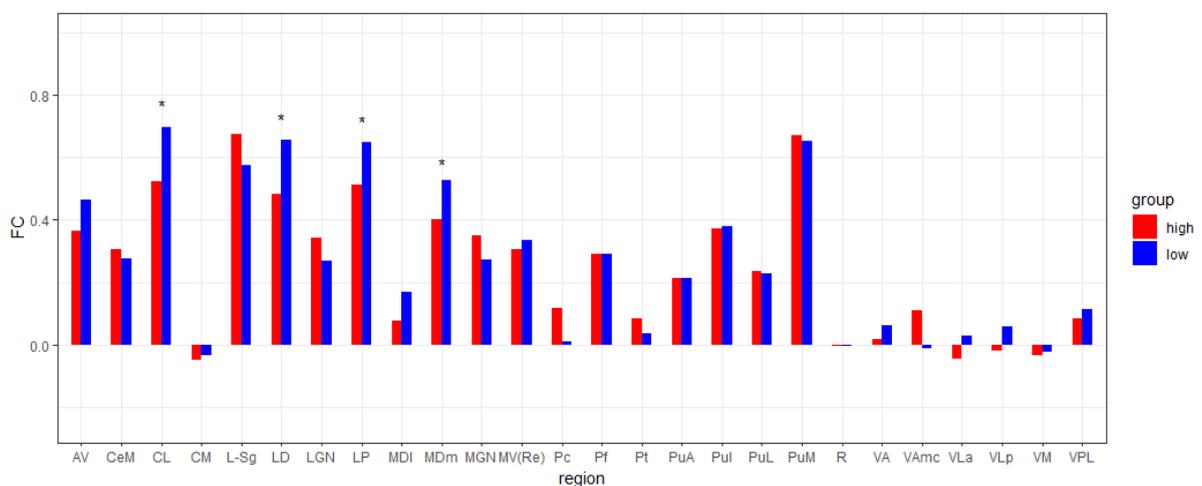
ANOVA del modelo para el rasgo de Responsabilidad

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
Gender	0.41	0.4061	1	166	1.5004	0.222340
Hemi	0.60	0.6017	1	8619	2.2231	0.135994

Age	0.57	0.5711	1	166	2.1100	0.148230
Group	0.11	0.1117	1	166	0.4129	0.521402
Nucleus	435.53	17.4210	25	8619	64.3669	< 2.2e-16 ***
Gorup:Nucleus	14.21	0.5686	25	8619	2.1008	0.001057 **

Figura 4

Conectividad funcional entre la red por defecto y núcleos del tálamo en niveles altos y bajos del rasgo de Responsabilidad



Nota. En el eje y se muestra el nivel de coactivación con la red por defecto. En el eje x se muestran los diferentes núcleos del tálamo. En rojo y azul se muestran niveles altos y bajos, respectivamente, para este rasgo. Por último, los asteriscos indican la presencia de un efecto significativo.

El modelo para el rasgo de Neuroticismo resultó tener también una interacción significativa, véase la Tabla 4 y la Figura 5, teniendo un gran efecto, $F(25,8619)=2.39$, $p < 0.001$. Sobre los núcleos que participan en esta coactivación, resultaron ser significativos el central lateral ($ratio\ z=3.20$, $p < 0.01$), el laterodorsal ($ratio\ z=3.58$, $p < 0.001$), el geniculado medial ([MGN], $ratio\ z=-2.06$, $p < 0.05$) y el medial ventral ([MVRe], $ratio\ z=3.11$, $p < 0.01$).

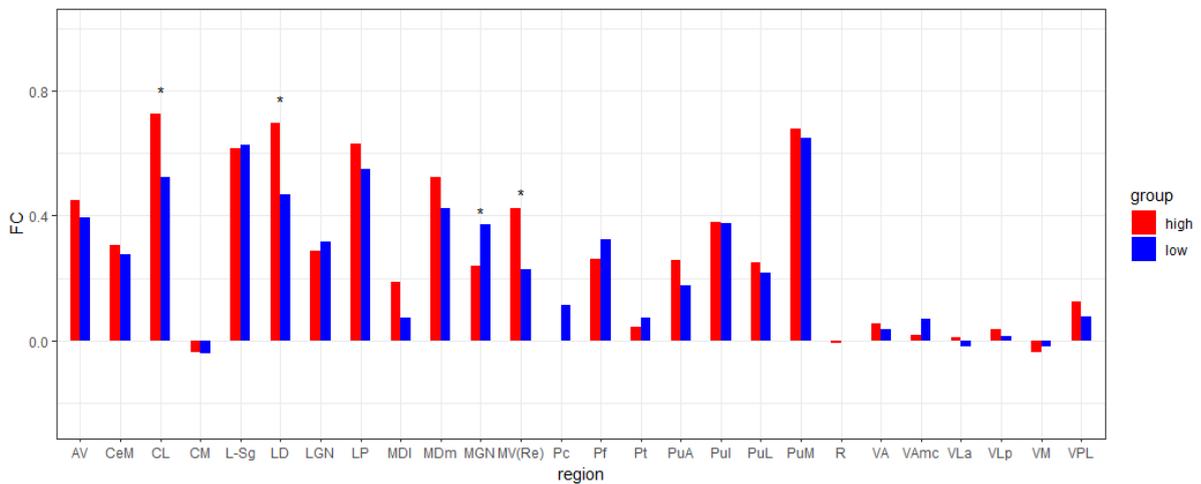
Tabla 4

ANOVA del modelo para el rasgo de Neuroticismo

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
Gender	0.27	0.2683	1	166	0.9921	0.3206687
Hemi	0.60	0.6017	1	8619	2.2250	0.1358262
Age	0.44	0.4393	1	166	1.6246	0.2042358
Group	0.30	0.2966	1	166	1.0968	0.2964896
Nucleus	447.61	17.9043	25	8619	66.2090	< 2.2e-16 ***
Group:Nucleus	16.21	0.6485	25	8619	2.3983	0.0001104 ***

Figura 5

Conectividad funcional entre la red por defecto y núcleos del tálamo en niveles altos y bajos del rasgo de Neuroticismo



Nota. En el eje y se muestra el nivel de coactivación con la red por defecto. En el eje x se muestran los diferentes núcleos del tálamo. En rojo y azul se muestran niveles altos y bajos, respectivamente, para este rasgo. Por último, los asteriscos indican la presencia de un efecto significativo.

En cuanto al modelo usado para la Extroversión también ha resultado significativo, $F(25,8619)=2.41$, $p<0.001$. Los núcleos que resultaron ser significativos en este rasgo fueron el anteroventral ($ratio\ z=-2.75$, $p<0.01$), el central lateral ($ratio\ z=-2.23$, $p=0.01$), el laterodorsal ($ratio\ z=-5.15$, $p<0.001$) y el lateral posterior ($ratio\ z=-3.285$, $p=0.01$). Véase la Tabla 5 y la Figura 6.

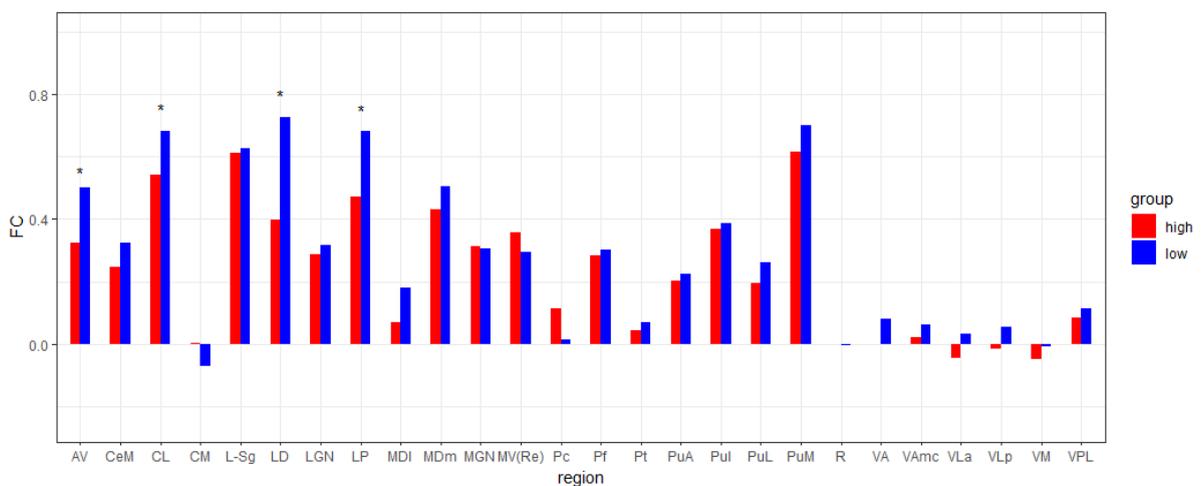
Tabla 5

ANOVA del modelo para el rasgo de Extraversión

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
Gender	0.23	0.2286	1	166	0.8454	0.35920
Hemi	0.60	0.6017	1	8619	2.2251	0.13582
Age	0.46	0.4610	1	166	1.7047	0.1518
Group	0.96	0.9560	1	166	3.5354	0.06182
Nucleus	431.63	17.2650	25	8619	63.8483	< 2.2e-16 ***
Gorup:Nucleus	16.33	0.6530	25	8619	2.4150	9.673e-05 ***

Figura 6

Conectividad funcional entre la red por defecto y núcleos del tálamo en niveles altos y bajos del rasgo de Extraversión



Nota. En el eje y se muestra el nivel de coactivación con la red por defecto. En el eje x se muestran los diferentes núcleos del tálamo. En rojo y azul se muestran niveles altos y bajos, respectivamente, para este rasgo. Por último, los asteriscos indican la presencia de un efecto significativo.

El único rasgo que no mostró efectos significativos ha sido el de Agradabilidad/Amabilidad (véase la Tabla 6).

Tabla 6
ANOVA del modelo para el rasgo de Amabilidad

	Sum Sq	Mean Sq	NumDF	DenDF	F value	Pr(>F)
Gender	0.40	0.3961	1	166	1.4593	0.2288
Hemi	0.60	0.6017	1	8619	2.2166	0.1366
Age	0.56	0.5628	1	166	2.0733	0.1518
Group	0.00	0.0010	1	166	0.0038	0.9509
Nucleus	432.01	17.2805	25	8619	63.6593	< 2.2e-16 ***
Group:Nucleus	7.31	0.2923	25	8619	1.0769	0.3601

Para concluir, y desde un punto de vista en el que se toman en cuenta los núcleos del tálamo, parece que, en los modelos de los rasgos que han obtenido una interacción significativa, coinciden en que los núcleos central lateral y laterodorsal han mostrado una tendencia o efecto de interacción en todos ellos.

Discusión

Estudios anteriores han confirmado que el tálamo interacciona funcionalmente con la DMN (Cunningham et al., 2016) y que, además, se ha evidenciado que algunos rasgos de personalidad han podido asociarse con esta

estructura subcortical (Dong et al., 2020). Sin embargo, y teniendo en cuenta la complejidad de interacciones que realiza el cerebro en su funcionalidad, no existen estudios que integren, al menos, estas tres variables (DMN, tálamo y personalidad/rasgos). Ante esto, ¿es posible que la actuación conjunta entre la DMN y el tálamo sea parte del mecanismo que define la personalidad de cada persona?

Con la finalidad de responder a esta pregunta, el objetivo de este estudio ha sido conocer si existe una coactivación conjunta entre la DMN y los diferentes núcleos del tálamo, en el que el nivel de activación entre estos se refleje en las variaciones de los rasgos. Para llevar a cabo este propósito, se utilizó la base de datos de adultos jóvenes y sanos del HCP, pues cuenta con todos los datos de interés para este estudio (los resultados del inventario de personalidad [el NEO-FFI, en este caso], y el registro de la actividad cerebral).

Los resultados han sido alentadores para el estudio, pues en cuatro de los cinco rasgos se han encontrado resultados significativos (en apertura, responsabilidad, neuroticismo y extraversión).

Debido a que no hay estudios previos en el que se analicen las mismas variables, se desconoce si este estudio ha logrado replicar los resultados. Por otra parte, y a pesar de no encontrar investigaciones que se asemeje en cuanto a elementos considerados, si es cierto que, al observar la naturaleza de los resultados, se puede apreciar que sugieren evidencias que se han encontrado en otros estudios. En primer lugar, en este estudio se encuentra que hay una coactivación entre la DMN y el tálamo, sugiriendo que hay conexiones que unen a estos dos sistemas como se puede apreciar en otros estudios (Cunningham et al., 2016; He et al., 2015; Lee y Xue, 2018). En segundo lugar, el estudio sugiere que algunos rasgos pueden asociarse a la DMN, como se evidencia en otros estudios (Chen et al., 2022; Gao et al., 2013; Nostro et al., 2018). Y lo mismo ocurre con el tálamo, pues los resultados obtenidos dan a entender que existe una asociación entre rasgos de personalidad y este, como se encuentra en estudios previos (Dong et al., 2020; Nakagawa et al., 2021).

Por otra parte, en este estudio se pueden apreciar los niveles de activación de los núcleos del tálamo que cooperan en la activación conjunta con la DMN.

Parece interesante cómo el núcleo central lateral y el laterodorsal desempeñan un papel importante en la activación en los modelos de los rasgos que han resultado significativos. Podrían sugerir que hay zonas en el tálamo que pueden estar más asociadas que otras a los rasgos de personalidad, a la hora de actuar conjuntamente con la DMN.

A pesar de estas sugerencias, la aproximación a lo que podría ser el correlato anatómico estructural y funcional de lo que es la personalidad apenas podría encontrarse en el prólogo. Por ello, aún queda por enlazar estructuras y redes que ayuden a cartografiar la personalidad en el cerebro. Además, se han aportado más evidencias de otras estructuras que tienen relación con la DMN y la personalidad, como lo es la corteza cingulada posterior y el precúneo (Dong et al., 2020; Lee y Xue, 2018), que también podrían resultar de interés para ir ampliando el sistema de conexiones y estructuras que puedan estar asociadas a los rasgos, y en este estudio no han tenido relevancia.

En conclusión, la localización de la personalidad en el cerebro nada más acaba de comenzar, aunque en este estudio se pueda relacionar con algunas estructuras y conexiones. Asimismo, si los resultados obtenidos acerca de las variaciones de los rasgos se pudieran relacionar con algunos trastornos de personalidad, además de la posibilidad de facilitar un correlato anatómico y funcional, supondría un cambio de perspectiva en su evaluación diagnóstica a lo que se conoce como un modelo o enfoque dimensional (Trull y Durrett, 2005).

Referencias

- Balluerka, N., Gorostiaga, A., Alonso-Arbiol, I., & Haranburu, M. (2007). La adaptación de instrumentos de medida de unas culturas a otras: una perspectiva práctica. *Psicothema*, 19(1), 124-133.
- Chen, J., Tam, A., Kebets, V., Orban, C., Ooi, L. Q. R., Asplund, C. L., ... & Yeo, B. T. (2022). Shared and unique brain network features predict cognitive, personality, and mental health scores in the ABCD study. *Nature communications*, 13(1), 1-17.
- Costa PT, McCrae RR. 1992. Revised NEOPersonality Inventory (NEO-PI-R) and NEO Five Factor Inventory (NEO-FFI) manual.
- Cunningham, SI, Tomasi, D. y Volkow, ND (2017). Conectividad estructural y funcional del precúneo y tálamo a la red de modo predeterminado. *Mapeo del cerebro humano* , 38 (2), 938-956.
- Dong, D., Li, C., Zhong, X., Gao, Y., Cheng, C., Sun, X., ... y Yao, S. (2020). El neuroticismo modula las actividades neuronales de la corteza cingulada posterior y el tálamo durante el procesamiento del estrés psicosocial. *Revista de trastornos afectivos* , 262 , 223-228.
- Fischl, B. (2012). FreeSurfer. *Neuroimagen* , 62 (2), 774-781
- Gao, Q., Xu, Q., Long, Z., Duan, X., Liao, W., Ding, J., ... & Chen, H. (2013). Extraversion and neuroticism relate to topological properties of resting-state brain networks. *Frontiers in Human Neuroscience*, 257.
- He, J. H., Cui, Y., Song, M., Yang, Y., Dang, Y. Y., Jiang, T. Z., & Xu, R. X. (2015). Decreased functional connectivity between the mediodorsal thalamus and default mode network in patients with disorders of consciousness. *Acta Neurologica Scandinavica*, 131(3), 145-151.

- Iglesias, J. E., Insausti, R., Lerma-Usabiaga, G., Bocchetta, M., Van Leemput, K., Greve, D. N., ... & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2018). A probabilistic atlas of the human thalamic nuclei combining ex vivo MRI and histology. *Neuroimage*, 183, 314-326.
- Junqué, C., & Barroso, J. (2014). Manual de neuropsicología. Madrid. *España: Editorial Síntesis*.
- Larsen, R. J., Buss, D. M., Wismeijer, A., Song, J., & Van den Berg, S. (2005). Personality psychology: Domains of knowledge about human nature.
- Lee, T. W., & Xue, S. W. (2018). Functional connectivity maps based on hippocampal and thalamic dynamics may account for the default-mode network. *European Journal of Neuroscience*, 47(5), 388-398.
- Librán, E. C. (2015). *Manual de psicología de la personalidad*. Club Universitario.
- Moini, J., Koenitzer, J. y LoGalbo, A. (2021). *Emergencia Global de Trastornos Mentales*. Prensa Académica.
- Nakagawa, S., Takeuchi, H., Taki, Y., Nouchi, R., Kotozaki, Y., Shinada, T., ... & Kawashima, R. (2021). Bucle cortico-estriado-talámico como un correlato neural del neuroticismo en la interfaz mente-cuerpo. *Revista de Investigación Psicosomática*, 149, 110590.
- Nickerson, L. D., Smith, S. M., Öngür, D., & Beckmann, C. F. (2017). Using dual regression to investigate network shape and amplitude in functional connectivity analyses. *Frontiers in neuroscience*, 11, 115.
- Nostro, A. D., Müller, V. I., Varikuti, D. P., Pläschke, R. N., Hoffstaedter, F., Langner, R., ... & Eickhoff, S. B. (2018). Predicting personality from network-based resting-state functional connectivity. *Brain Structure and Function*, 223(6), 2699-2719

- Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *98*(2), 676-682.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Sampaio, A., Soares, JM, Coutinho, J. *et al.* El cerebro predeterminado de los Cinco Grandes: evidencia funcional. *Función de estructura cerebral* 219, 1913–1922 (2014).
- Shulman GL, Fiez JA, Corbetta M, Buckner RL, Miezin FM, et al. 1997. Common blood flow changes across visual tasks: II. Decreases in cerebral cortex. *J. Cogn. Neurosci.* 9:648–63
- Trull, T. J., & Durrett, C. A. (2005). Categorical and dimensional models of personality disorder. *Annual Review of Clinical Psychology*(2005), *1*(1), 355-380.
- Vieira, JB, Ferreira-Santos, F., Almeida, PR, Barbosa, F., Marques-Teixeira, J., & Marsh, AA (2015). Los rasgos psicopáticos se asocian con alteraciones del volumen cortical y subcortical en individuos sanos. *Neurociencia cognitiva y afectiva social* , *10* (12), 1693-1704.
- Widiger, T. A., & Hagemoser, S. (1997). Personality disorders and the interpersonal circumplex.
- Wiggins, J. S., & Pincus, A. L. (1989). Conceptions of personality disorders and dimensions of personality. *Psychological assessment: A journal of consulting and clinical psychology*, *1*(4), 305.

Wingenfeld, K., Spitzer, C., Rullkötter, N. y Löwe, B. (2010). Trastorno límite de la personalidad: eje suprarrenal pituitario hipotálamo y hallazgos de estudios de neuroimagen. *Psiconeuroendocrinología* , 35 (1), 154-170.

Anexos

Tabla 7

Poshoc del modelo de Apertura para ver qué núcleos del tálamo participan

Nucleus	Contrast	Estimate	SE	df	z.ratio	p.value
AV	high-low	0.11666	0.0634	Inf	1.840	0.0657
CeM	high-low	0.07967	0.0634	Inf	1.257	0.2088
CL	high-low	0.18074	0.0634	Inf	2.851	0.0044
CM	high-low	-0.02970	0.0634	Inf	-0.469	0.6394
L-Sg	high-low	-0.06766	0.0634	Inf	-1.067	0.2859
LD	high-low	0.12231	0.0634	Inf	1.929	0.0537
LGN	high-low	-0.02279	0.0634	Inf	-0.359	0.7193
LP	high-low	0.07145	0.0634	Inf	1.127	0.2597
MDI	high-low	0.07936	0.0634	Inf	1.252	0.2107
MDm	high-low	0.11441	0.0634	Inf	1.805	0.0711
MGM	high-low	-0.04712	0.0634	Inf	-0.743	0.4573
MV(Re)	high-low	0.01876	0.0634	Inf	0.296	0.7673
Pc	high-low	-0.01557	0.0634	Inf	-0.246	0.8060
Pf	high-low	0.05030	0.0634	Inf	0.793	0.4275
Pt	high-low	0.02363	0.0634	Inf	0.373	0.7094
PuA	high-low	0.00268	0.0634	Inf	0.042	0.9662
Pul	high-low	-0.03115	0.0634	Inf	-0.491	0.6232
PuL	high-low	-0.07188	0.0634	Inf	-1.134	0.2569
PuM	high-low	0.03526	0.0634	Inf	0.556	0.5780
R	high-low	0.00426	0.0634	Inf	0.067	0.9465
VA	high-low	0.08571	0.0634	Inf	1.352	0.1764
VAmc	high-low	-0.11896	0.0634	Inf	-1.877	0.0606
VLa	high-low	0.06937	0.0634	Inf	1.094	0.2739
VLp	high-low	0.03519	0.0634	Inf	0.555	0.5788
VM	high-low	0.14381	0.0634	Inf	2.268	0.0233
VPL	high-low	-0.01221	0.0634	Inf	-0.193	0.8473

Tabla 8*Poshoc del modelo de Responsabilidad para ver qué núcleos del tálamo participan*

Nucleus	Contrast	Estimate	SE	df	z.ratio	p.value
AV	high-low	-1.00e-01	0.0635	Inf	-1.579	0.1144
CeM	high-low	2.94e-02	0.0635	Inf	0.463	0.6435
CL	high-low	-1.73e-01	0.0635	Inf	-2.733	0.0063
CM	high-low	-1.48e-02	0.0635	Inf	-0.233	0.8155
L-Sg	high-low	9.94e-02	0.0635	Inf	1.567	0.1172
LD	high-low	-1.72e-01	0.0635	Inf	-2.716	0.0066
LGN	high-low	7.49e-02	0.0635	Inf	1.180	0.2380
LP	high-low	-1.38e-01	0.0635	Inf	-2.177	0.0294
MDI	high-low	-9.24e-02	0.0635	Inf	-1.456	0.1454
MDm	high-low	-1.25e-01	0.0635	Inf	-1.973	0.0485
MGM	high-low	7.87e-02	0.0635	Inf	1.240	0.2151
MV(Re)	high-low	-3.04e-02	0.0635	Inf	-0.480	0.6315
Pc	high-low	1.07e-01	0.0635	Inf	1.678	0.0933
Pf	high-low	6.62e-05	0.0635	Inf	0.001	0.9992
Pt	high-low	4.82e-02	0.0635	Inf	0.759	0.4480
PuA	high-low	-1.81e-03	0.0635	Inf	-0.029	0.9772
PuI	high-low	-8.21e-03	0.0635	Inf	-0.129	0.8971
PuL	high-low	5.46e-03	0.0635	Inf	0.086	0.9314
PuM	high-low	1.87e-02	0.0635	Inf	0.295	0.7681
R	high-low	-1.05e-03	0.0635	Inf	-0.017	0.9868
VA	high-low	-4.29e-02	0.0635	Inf	-0.677	0.4986
VAmc	high-low	1.18e-01	0.0635	Inf	1.866	0.0621
VLa	high-low	-7.36e-02	0.0635	Inf	-1.159	0.2463
VLp	high-low	-7.77e-02	0.0635	Inf	-1.225	0.2206
VM	high-low	-9.53e-03	0.0635	Inf	-0.150	0.8806
VPL	high-low	-2.76e-02	0.0635	Inf	-0.435	0.6639

Tabla 9

Poshoc del modelo de Neuroticismo para ver qué núcleos del tálamo participan

Nucleus	Contrast	Estimate	SE	df	z.ratio	p.value
AV	high-low	0.05534	0.0634	Inf	0.873	0.3827
CeM	high-low	0.03243	0.0634	Inf	0.512	0.6089
CL	high-low	0.20333	0.0634	Inf	3.207	0.0013
CM	high-low	0.00537	0.0634	Inf	0.085	0.9325
L-Sg	high-low	-0.00998	0.0634	Inf	-0.157	0.8750
LD	high-low	0.22724	0.0634	Inf	3.584	0.0003
LGN	high-low	-0.02754	0.0634	Inf	-0.434	0.6640
LP	high-low	0.08410	0.0634	Inf	1.326	0.1847
MDI	high-low	0.11470	0.0634	Inf	1.809	0.0704
MDm	high-low	0.10195	0.0634	Inf	1.608	0.1078
MGM	high-low	-0.13063	0.0634	Inf	-2.060	0.0394
MV(Re)	high-low	0.19757	0.0634	Inf	3.116	0.0018
Pc	high-low	-0.11306	0.0634	Inf	-1.783	0.0745
Pf	high-low	-0.06248	0.0634	Inf	-0.986	0.3244
Pt	high-low	-0.02970	0.0634	Inf	-0.469	0.6394
PuA	high-low	0.08332	0.0634	Inf	1.314	0.1888
PuI	high-low	0.00472	0.0634	Inf	0.074	0.9406
PuL	high-low	0.03225	0.0634	Inf	0.509	0.6109
PuM	high-low	0.03144	0.0634	Inf	0.496	0.6200
R	high-low	-0.00775	0.0634	Inf	-0.122	0.9027
VA	high-low	0.01881	0.0634	Inf	0.297	0.7668
VAmc	high-low	-0.05050	0.0634	Inf	-0.797	0.4257
VLa	high-low	0.02968	0.0634	Inf	0.468	0.6397
VLP	high-low	0.02327	0.0634	Inf	0.367	0.7136
VM	high-low	-0.01912	0.0634	Inf	-0.302	0.7630
VPL	high-low	0.04738	0.0634	Inf	0.747	0.4548

Tabla 10

Poshoc del modelo de Extraversión para ver qué núcleos del tálamo participan

Nucleus	Contrast	Estimate	SE	df	z.ratio	p.value
AV	high-low	-0.17476	0.0635	Inf	-2.753	0.0059
CeM	high-low	-0.07681	0.0635	Inf	-1.210	0.2263
CL	high-low	-0.14179	0.0635	Inf	-2.234	0.0255
CM	high-low	0.07466	0.0635	Inf	1.176	0.2396
L-Sg	high-low	-0.01753	0.0635	Inf	-0.276	0.7824
LD	high-low	-0.32704	0.0635	Inf	-5.152	<.0001
LGN	high-low	-0.03095	0.0635	Inf	-0.488	0.6259
LP	high-low	-0.20855	0.0635	Inf	-3.285	0.0010
MDI	high-low	-0.10977	0.0635	Inf	-1.729	0.0838
MDm	high-low	-0.07243	0.0635	Inf	-1.141	0.2539
MGM	high-low	0.00524	0.0635	Inf	0.083	0.9342
MV(Re)	high-low	0.06290	0.0635	Inf	0.991	0.3218
Pc	high-low	0.09653	0.0635	Inf	1.521	0.1284
Pf	high-low	-0.01812	0.0635	Inf	-0.285	0.7753
Pt	high-low	-0.02464	0.0635	Inf	-0.388	0.6979
PuA	high-low	-0.02076	0.0635	Inf	-0.327	0.7437
PuI	high-low	-0.01862	0.0635	Inf	-0.293	0.7693
PuL	high-low	-0.06802	0.0635	Inf	-1.071	0.2840
PuM	high-low	-0.08562	0.0635	Inf	-1.349	0.1774
R	high-low	0.00461	0.0635	Inf	0.073	0.9421
VA	high-low	-0.08228	0.0635	Inf	-1.296	0.1949
VAmc	high-low	-0.04408	0.0635	Inf	-0.694	0.4874
VLa	high-low	-0.07759	0.0635	Inf	-1.222	0.2216
VLp	high-low	-0.07054	0.0635	Inf	-1.111	0.2665
VM	high-low	-0.03927	0.0635	Inf	-0.619	0.5361
VPL	high-low	-0.03067	0.0635	Inf	-0.483	0.6290