

**Medidas subjetivas de ansiedad y actividad  
cerebral ante la presentación de estímulos  
filmados de la realidad y estímulos en realidad  
virtual en fobias específicas.**

Andrea Álvarez Expósito

Tutora: Ascensión Fumero Hernández

Co-tutor: Francisco Luis Rivero Pérez

Trabajo Final de Máster

Máster Universitario en Psicología General Sanitaria

Universidad de La Laguna

Curso académico

2019-2020

## Resumen

Las fobias específicas son uno de los trastornos psicológicos más prevalentes. Este tipo de trastorno se caracteriza por un miedo excesivo e irracional, además de respuestas de resistencia o evitación ante la exposición a un estímulo denominado fóbico. En las últimas décadas, los estudios sobre las fobias específicas han ido creciendo, permitiendo un mayor conocimiento sobre el trastorno tanto a nivel conductual como a nivel cerebral. Por ello, el presente estudio, se encarga de medir la correspondencia que existe entre, los datos de actividad cerebral de participantes fóbicos expuestos al estímulo temido (imagen real y realidad virtual) y las puntuaciones en medidas subjetivas de ansiedad. Se esperaba que a mayor nivel de activación cerebral mayores puntuaciones de ansiedad. Sin embargo, los resultados indican que a mayores niveles de actividad cerebral menores son las puntuaciones en las medidas subjetivas y viceversa. Por último, se discute la falta de apoyo de la hipótesis propuesta.

**Palabras clave:** fobia específica, actividad cerebral, fMRI, ansiedad subjetiva.

### **Abstract**

Specific phobias are one of the most prevalent psychological disorders. This type of disorder is characterized by excessive and irrational fear, as well as resistance or avoidance responses to exposure to a specific phobic stimulus. In recent decades, studies of specific phobias have been growing, specifically a greater understanding of the disorder at both the behavioral and brain levels. Therefore, the present study is in charge of measuring the correspondence between the brain activity data of phobic participants affected by the feared stimulus (real image and virtual reality) and the frequencies in subjective measures of anxiety. The higher the level of brain activation, the greater the probability of anxiety. However, the results indicate that the higher the levels of brain activity, the lower are the measures on the subjective measures and vice versa. Finally, the lack of support for the proposed hypothesis is discussed.

***Key words:*** specific phobia, brain activity, fMRI, subjective anxiety.

## Introducción

Los trastornos de ansiedad son uno de los trastornos psicológicos más prevalentes y se caracterizan por respuestas de miedo y ansiedad desproporcionadas (American Psychiatric Association, 2013). A pesar de que el miedo es adaptativo y posibilita la supervivencia, en este tipo de trastornos, el miedo está asociado a una amenaza que no es real, excesiva y que persiste en el tiempo.

Dentro de los trastornos de ansiedad, el DSM-V reconoce la existencia de diferentes subtipos entre los que destacan las fobias específicas, donde la persona experimenta ese miedo y ansiedad desproporcionados ante un estímulo concreto y preciso, sea un objeto o situación generando respuestas de evitación o resistencia y produciéndose así una interferencia significativa en su vida (APA, 2013). Podemos hablar de fobia específica de tipo animal, al entorno natural, a la sangre-inyección-herida, y de tipo situacional. Dentro de los diferentes subtipos, destacamos la fobia específica a los animales, concretamente a los pequeños animales, como lagartos, arañas o cucarachas, que llevan asociada una mayor probabilidad de contacto con el estímulo temido (Rivero, Herrero, Viña, Álvarez-Pérez y Peñate, 2017).

Las fobias específicas son un trastorno presente entre el 7 y el 9% de la población en Estados Unidos y un 6% en Europa (APA, 2013). Sosa y Capafons (2014) aportan datos similares obtenidos en diferentes estudios, con prevalencias anuales entre el 7 y el 9%, y el 9 y el 13% a nivel global, siendo la fobia de tipo animal una de las más prevalentes, con un 4.7%. Por otro lado, datos más recientes obtenidos a través del estudio de Wardenaar et. al, (2017) a nivel internacional, hablan de prevalencias del 5.5% anual y del 7.4% global. Las fobias específicas se manifiestan de manera más prevalente en la infancia y la adolescencia, con una edad media de inicio de 8 años, y

preferentemente en el sexo femenino con prevalencias anuales del 9.8% y globales de 7.7%.

Su estudio ha girado en torno a dos aspectos. Por un lado, su etiología, apoyándose en la adquisición a través de experiencias tempranas directas o de manera vicaria, o través, de procesos de condicionamiento clásico, sin olvidar la importancia que tienen los aspectos constitucionales, como la vulnerabilidad en el desarrollo y la aparición del trastorno. Por otro lado, la sintomatología asociada, basado en respuestas fisiológicas periféricas como pueden ser la actividad cardiovascular y la actividad electrodérmica (Sánchez y Martínez, 2009).

Sin embargo, en los últimos años, los estudios de neuroimagen han tomado un papel importante en el estudio de los trastornos psicológicos en general y de las fobias específicas en particular, permitiendo conocer la red funcional implicada en el trastorno y por tanto entender las respuestas conductuales de la persona (Rivero et. al, 2017; Peñate et. al, 2017). Entre las técnicas de neuroimagen más utilizadas en este tipo de estudios, se encuentra la resonancia magnética funcional (fMRI) (Linares et. al, 2012) que estudia el nivel de oxigenación de la sangre indicando las áreas que se encuentran activadas en el cerebro, más específicamente conocido como efecto “BOLD” o “*blood oxigen level dependent*” (nivel de oxígeno en sangre).

En la actualidad los estudios realizados sobre fobias específicas (Linares et. al, 2012; Ipser, Singh y Stein, 2013; Peñate et. al, 2017) centran su atención en la activación de áreas límbicas, paralímbicas y frontales. La amígdala es una de las principales áreas cerebrales implicadas en la red funcional de las fobias específicas. Esta área se relaciona con respuestas emocionales y defensivas, llevando a cabo un procesamiento rápido de los estímulos amenazantes para responder a ellos con rapidez, apoyando así un

procesamiento automático de la información (Sánchez-Navarro y Martínez-Selva, 2009). En la revisión sistemática llevada a cabo por Linares et. al, (2012) sobre 38 estudios de los cuales 24 utilizaban la resonancia magnética funcional, se analizaron los patrones de activación de las áreas cerebrales en personas fóbicas a través de la exposición al estímulo temido (imágenes, videos, palabras, etc.), destacando la activación de la amígdala en la mayoría de los casos.

Larson et. al, 2006 y Peñate et. al, 2017 hablan además de una respuesta corta pero intensa de esta área en fóbicos frente al grupo control, que presentaba activaciones menos intensas pero más duraderas en el tiempo. Otros estudios como el de Dilger et. al, (2003), hablan de un incremento significativo de la activación de la amígdala en participantes con fobia a las arañas ante la exposición de imágenes relativas a la fobia, a diferencia de la respuesta de los participantes controles.

Además de la amígdala, el resto de áreas relacionadas con las fobias específicas son: la ínsula, el córtex cingulado anterior, el córtex prefrontal y el orbitofrontal (Linares et. al, 2012; Rivero et. al, 2017). Peñate et. al, (2017) centrándose en 20 estudios publicados, destacan un incremento de la actividad cerebral ante la exposición de imágenes fóbicas, en la amígdala izquierda y la ínsula, como áreas principales en el procesamiento del miedo; además de otras áreas frontales como el giro fusiforme, el córtex prefrontal dorsolateral y el córtex cingulado izquierdo. En el meta-análisis de Ipser et. al, (2013) se describen patrones de activación en la amígdala, la ínsula bilateral aunque destacando la izquierda, el córtex prefrontal superior y medial, y el córtex visual extraestriado. Por último, en el estudio de Straube, Glauer, Dilger, Mentzel y Miltner (2006) se observan activaciones significativas en la ínsula y el córtex cingulado anterior

del grupo fóbico frente al grupo control, en la exposición a imágenes relacionadas con la fobia a las arañas.

Straube, Mentzel y Miltner (2006), llevaron a cabo un estudio de exposición a imágenes en participantes fóbicos a las arañas, que constaba de dos partes. Por un lado, una prueba de identificación del estímulo al que se estaba expuesto y por otro lado, una prueba de distracción. Los resultados obtenidos en las resonancias magnéticas funcionales mostraron cuatro áreas principales con activación significativa, la amígdala como principal área, la ínsula, el córtex dorsomedial prefrontal y el córtex cingulado anterior.

Al igual que en el estudio de Straube, Mentzel, Glauer y Miltner (2004), en este caso utilizando una exposición de tipo lingüístico, donde también fueron mayores las activaciones de fóbicos a las arañas frente al grupo control y destacando áreas como la ínsula (bilateral), el córtex prefrontal dorsolateral izquierdo, el córtex frontal inferior (bilateral) y el córtex cingulado posterior izquierdo. Con todo ello, los datos recogidos en los estudios apoyan la idea inicial de patrones de activación centrados en áreas límbicas y frontales como base neural del trastorno, que a su vez apoyaría la existencia de un circuito neural específico asociado al trastorno y a la emoción presente en él, el miedo (Ledoux, 2000; Ledoux, Ph y Pine, 2016).

Dentro del estudio de las fobias específicas, otro foco de interés ha sido la eficacia de las terapias de intervención en este tipo de trastornos, siendo la intervención cognitivo-conductual la que ha mostrado ser la más efectiva (Krijn, Emmelkamp, Olafsson y Biemond, 2004; Wolitzky, Horowitz, Powers y Telch, 2008; Martínez-González y Piqueras-Rodríguez, 2010), y destacando la terapia de exposición como la más utilizada. Son muchos los estudios que comparan la eficacia entre las diferentes terapias de

exposición como son la exposición en vivo frente a la realidad virtual, donde no se observan diferencias significativas entre ambas (Powers y Emmelkamp, 2007; Choy, Fyer y Lipsitz, 2007). Un estudio realizado por Peñate et. al, (2019) lleva a cabo la comparación entre el tratamiento de exposición a imágenes reales, frente a la exposición con realidad virtual, llegando a la conclusión de que los patrones de activación son similares, aunque difieren en intensidad siendo mayor en la exposición en vivo. Con ello se defendería la idea de que ambas modalidades de tratamiento pueden ser efectivas en la intervención en este tipo de trastornos, justificando así el uso de ambas, en la creación de grupos en los estudios de trabajo sobre fobia específica.

De esta manera, avanzar en el estudio de la neuroimagen de las fobias específicas posibilita un mayor acercamiento y conocimiento de la causa de este tipo de trastornos y de las respuestas de las personas fóbicas, y a su vez permite entender los mecanismos que se encuentran a la base de los diferentes tratamientos de exposición existentes para mejorarlos y promoverlos.

Con todo ello, el objetivo del presente estudio fue conocer la relación entre ansiedad subjetiva y activación cerebral en dos grupos de pacientes fóbicos. Un grupo recibió los estímulos fóbicos diseñados con realidad virtual y el otro, grabados con imagen real. Para ello se realizó una base de datos conjunta que incluía datos de intensidad y activación de los niveles de activación de las áreas cerebrales de participantes fóbicos obtenidos mediante técnicas de resonancia magnética funcional (fMRI), que según la literatura, están implicadas en el circuito neural de las fobias específicas a pequeños animales.

## Método

### Participantes

El estudio contó con un total de 32 participantes fóbicos divididos en dos grupos. Por un lado, el grupo de fóbicos expuestos a imágenes reales, formado por 18 participantes de los cuales 13 eran mujeres y 5 eran hombres, y que se correspondía con una edad media de 37.61 y una *SD* de 11.67 años, y por el otro lado, el grupo de fóbicos expuestos a imágenes de realidad virtual, con 14 participantes de los cuales 2 eran hombres y 12 eran mujeres, con una edad media de 30.29 años, con una *SD* de 9.8. La media total del grupo de participantes era de 30.40 años. El reclutamiento de estos participantes, se realizó para un estudio anterior, a través de publicidad y donde se tuvieron en cuenta diferentes criterios de inclusión como el único diagnóstico de la fobia específica y no estar recibiendo tratamiento en el momento de la participación.

### Instrumentos

-Inventario S-R (S-R Inventory of Anxiousness; Endler et. al, 1962) formado por 14 ítems, con un formato de respuesta tipo Likert de 5 puntos que evalúa aspectos cognitivos, fisiológicos, y comportamentales relacionados con la ansiedad ante una situación. La prueba mostró una alta consistencia interna (.95). Este instrumento se utilizó como medida para determinar que aquellos participantes con los que se trabajaba cumplieran con el diagnóstico de fobia específica.

-SPM 12 (Statistical Parametric Mapping), utilizado para analizar las imágenes recogidas a través de la resonancia magnética funcional y obtener así los niveles de activación, cuya versión fue publicada en el año 2014, con diversas actualizaciones posteriores. Concretamente la versión utilizada fue la versión *standalone*.

-Inventario de Ansiedad de Beck (BAI; Beck Anxiety Inventory, Beck, Epstein, Brown y Steer, 1988) adaptado al español por Sanz, J., Vallar, F., de la Guía E. y Hernández, A., *Pearson Educación S.A.* (2011). Es una medida general de síntomas de ansiedad que evalúa dos factores, uno somático y otro afectivo-cognitivo. Presenta un formato de autoinforme de 21 ítems, con un tipo de respuesta tipo Likert de 0-3, indicando así el grado general de ansiedad desde mínimo hasta grave. Puede ser aplicada tanto en población clínica como no clínica, desde la adolescencia. Su administración puede ser tanto de manera oral, como con papel y lápiz y su puntuación se corresponde con la suma de las puntuaciones de cada ítem siendo el nivel máximo de ansiedad una puntuación de 63. En cuanto a sus propiedades psicométricas podemos hablar de niveles elevados de consistencia interna (.90) en su adaptación española (Sanz et al., 2012).

-Escala de Ansiedad y Depresión (HAD; Hospital Anxiety and Depression Scale, Zigmon y Snaith, 1983). Instrumento de autoinforme, para poblaciones con enfermedades físicas que presentan sintomatología emocional. Incluye dos subescalas, de 7 ítems cada una correspondientes a la ansiedad y la depresión, con una respuesta tipo Likert de 0-3. El punto de corte de la prueba se corresponde con valores superiores a 8, en las subescalas y de 10 en la escala total. Es una prueba breve y sencilla, que excluye síntomas somáticos, y a pesar de ser una escala hospitalaria su uso se extiende a población general. Podría considerarse un instrumento de screening y en diferentes estudios donde se miden sus propiedades psicométricas se obtienen consistencias internas por encima de .70 (Terol-Cantero et al., 2015). En este estudio solo se utilizaron aquellos ítems correspondientes a la ansiedad.

-La resonancia magnética funcional (fMRI) que actúa como una medida directa de la activación cerebral, a través de las propiedades magnéticas de la hemoglobina, con ello a

mayor cantidad de sangre oxigenada en un área, mayor actividad cerebral de esa zona. En concreto, el equipo utilizado para recoger las imágenes con las que se han trabajado se corresponde con un GE 3,0T signa excite HD (SEGAI ULL) además de unas gafas de visión estereoscópica 3D VISUATIM (800X600, 60Hz). En cuanto a las imágenes funcionales obtenidas, a partir de las cuales pudimos obtener los datos de activación de interés para el estudio, se utilizó Gradient Echo para registrarlas, con un tiempo de repetición (TR) de 2000 msec; 30 msec de tiempo de eco (TE), FA=75°, un campo de visión (FOV) de 25.6. Las dimensiones de las imágenes se corresponden con las siguientes medidas 64x64x32 y por último, las dimensiones del voxel se corresponden con 4x4x4 mm.

### **Diseño**

El estudio presenta un diseño basado en un único factor con dos niveles, por un lado pacientes con fobia expuestos a imágenes reales y por el otro lado, expuestos a imágenes virtuales de estímulos temidos (cucarachas, lagartos y arañas) en movimiento, en bloques de 16 imágenes de 20 segundos cada una.

### **Procedimiento**

En primer lugar, se seleccionaron las condiciones de estudio (en este caso, participantes fóbicos expuestos a imágenes reales y expuestos a imágenes de realidad virtual) y a través del SPM12 comenzamos a recabar los datos de activación de las diferentes áreas cerebrales de interés (ROIs) de cada participante.

El procedimiento consistió en seleccionar al sujeto, y elegir el contraste, que en este caso se correspondía con el contraste fóbico>neutro. A continuación, se elegía el atlas neuroanatómico con el que se iba a trabajar (AAL2) para poder seleccionar cada

área. En este caso, las zonas de interés se correspondían con la amígdala, el hipocampo, el tálamo, el córtex occipital, el área calcarina, el giro cingulado anterior, la corteza orbitofrontal, el giro fusiforme y parahipocampal, y por último, la ínsula y el precúneo, todas áreas que parecen estar implicadas en el circuito neural de las fobias específicas. Posteriormente, se aplicaba una máscara inclusiva que recogía solo aquellos datos de activación propios de la zona de interés dejando fuera el resto de activaciones y se seleccionaba el método no corregido con los siguientes criterios; un nivel de significación  $p \leq 0.001$  y una  $K \geq 3$ , que posteriormente se modificó en la amígdala debido a niveles de señal más bajos, con valores de  $p \leq 0.005$  y  $K \geq 2$ . Un ejemplo de ello podemos verlo en la Figura 1.

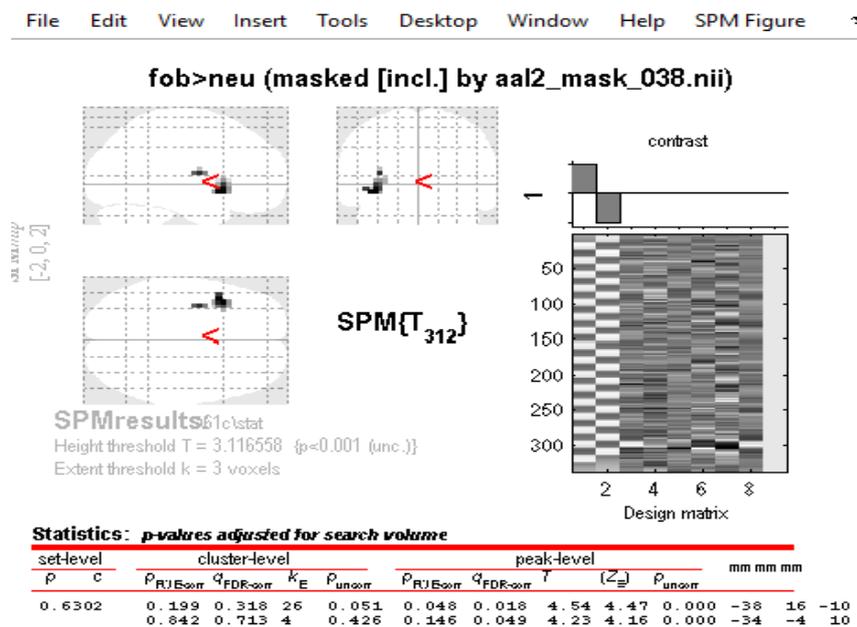
Con todos los datos de activación de cada área en cada participante se llevó a cabo la elaboración de la base de datos. Una vez finalizada se añadieron las puntuaciones obtenidas por cada sujeto en las diferentes pruebas de medidas subjetivas de ansiedad de interés para el estudio, en este caso, el S-R, el BAI y por último, el HAD de ansiedad. Por tanto, el objetivo metodológico era unificar en una misma base de datos los resultados obtenidos por el pase de pruebas de medidas subjetivas de ansiedad y medidas de la actividad cerebral en aquellas estructuras implicadas en las fobias específicas. La elaboración de esta base de datos, comprende una de las partes importantes y fundamentales del estudio, pues además de ser un procedimiento no habitual, y que no se había llevado a cabo con anterioridad, permite la comparación de variables diversas como son medidas subjetivas de ansiedad con actividad cerebral, y poder conocer que relación existe entre ellas.

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis estadístico, utilizando para ello el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, 2017), que constó de tres partes. La primera

parte se centró en el análisis de las diferencias entre las dos condiciones existentes (imagen real y realidad virtual) a través de dos análisis de varianza (ANOVA), por un lado en relación a la edad y por otro lado, en las puntuaciones totales de las medidas subjetivas de ansiedad utilizadas. En la segunda, se realizó un ANOVA intergrupo para determinar las diferencias entre las dos condiciones experimentales (imagen real y realidad virtual), en el procesamiento cerebral ante el estímulo. Todos los análisis de varianza realizados en el trabajo se llevaron a cabo a partir de la base de datos elaborada, y utilizando el SPSS, en lugar de realizarlos a partir del SPM12. Por último, se llevó a cabo un análisis de las correlaciones intragrupo entre los niveles de activación y las puntuaciones en las medidas subjetivas de ansiedad.

**Figura 1**

*Imagen ejemplo de la activación cerebral de la ínsula izquierda obtenida a través del SPM12.*



*Nota.* Valor de K=30, valor de T=4.54. Para el valor de k, se suman los valores correspondientes, y en el caso de la t, se escoge el valor mayor.

## Resultados

Se realizó un primer análisis estadístico de los grupos de estudio, cuyos datos descriptivos se muestran en la Tabla 1. Para determinar si existen diferencias significativas entre ambos en cuanto a la edad, se realizó una ANOVA que no mostró diferencias significativas entre los grupos [ $F(1,31)=3.55$ ;  $p=0.069$ ]. Como se observa en la Tabla 2, se llevó a cabo otro ANOVA de una vía donde podemos ver resultados no significativos entre los grupos en las medidas subjetivas de ansiedad utilizadas en el estudio.

**Tabla 1**

*Datos descriptivos de los grupos de estudio (imagen real, IR; realidad virtual, RV).*

Medida subjetiva	Grupo	Media	Desviación típica
BAI	IR	16.28	12.87
	RV	14.86	10.04
HAD ansiedad	IR	7.22	11.56
	RV	6.93	5.15
S-R fobias	IR	38.94	7.81
	RV	37.86	5.76

**Tabla 2**

*Resultados del anova de una vía de las diferencias intergrupo en las medidas subjetivas.*

Medida subjetiva	$F(1,31)$	$P$
BAI	0.15	0.75
HAD ansiedad	0.36	0.85
S-R fobias	0.19	0.66

Para finalizar el análisis intergrupo se llevó a cabo una ANOVA de una vía que permite determinar las diferencias existentes entre las dos condiciones (imagen real y realidad virtual) en relación a la actividad cerebral. La tabla 3 muestra las diferencias significativas encontradas en áreas cerebrales como el hipocampo y el giro parahipocámpal izquierdo, además de en la corteza occipital, tanto superior derecha como occipital medio bilateral, área calcarina derecha y en el giro fusiforme bilateral en lo que se refiere a la extensión de la señal.

**Tabla 3**

*Anova de una vía de las diferencias intergrupo en actividad cerebral*

<b>Estructuras</b>	<b>Grupo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>ANOVA</b>
K Hipocampo L	IR	126.36	27.965	F(1,31)=4.531
	RV	9.21	12.668	p=.042
K Calcarino R	IR	61.94	69.048	F(1,31)=6.759
	RV	13.07	13.703	p=.014
K Occipital superior R	IR	185.33	21.057	F(1,31)=14.207
	RV	59.21	17.111	p=.001
K Occipital medio R	IR	119.11	28.703	F(1,31)=23.729
	RV	68.29	30.016	p=.000
K Occipital medio L	IR	206.17	60.500	F(1,31)=9.578
	RV	140.29	58.728	p=.004
K Fusiforme R	IR	144.39	34.488	F(1,31)=9.607
	RV	105.57	35.987	p=.004
K Fusiforme L	IR	141.72	33.357	F(1,31)=16.285
	RV	96.86	28.128	p=.000
K Giro parahipocámpal L	IR	9.94	12.762	F(1,31)=5.367
	RV	1.71	4.046	p=.028

*Nota.* IR= imagen real; RV= realidad virtual. Nivel de significación  $p \leq 0.05$

En cuanto al análisis de las correlaciones entre las diferentes medidas de activación y las pruebas subjetivas realizadas, con un criterio de  $p \leq 0,1$ , podemos ver en primer lugar una correlación significativa y directa entre las medidas del HAD y del BAI en el grupo de exposición a imagen real ( $r=.784$ ;  $p=.000$ ) Sin embargo, en el caso del grupo de realidad virtual esta correlación alcanza un valor más bajo ( $r=.538$ ;  $p=.047$ ).

Cuando nos adentramos en los datos estadísticos obtenidos en el grupo de imagen real, solo se encuentran resultados significativos entre la extensión de la activación del occipital inferior izquierdo ( $r=-.723$ ;  $p=.001$ ) y precúneo izquierdo ( $r=.533$ ;  $p=.041$ ) con la medida subjetiva del HAD. En cuanto al BAI encontramos correlaciones significativas con la ínsula derecha ( $r=-.429$ ;  $p=.076$ ) e izquierda ( $r=-.486$ ;  $p=.041$ ) en la extensión de la señal.

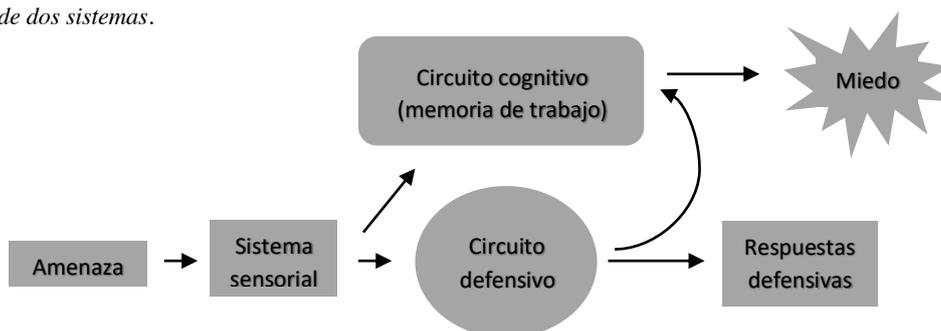
En el caso del grupo de realidad virtual, podemos ver una correlación significativa entre la medida de ansiedad subjetiva del BAI y la activación de la amígdala, tanto en extensión, amígdala derecha ( $r=-.624$ ;  $p=.017$ ) y amígdala izquierda ( $r=-.492$ ;  $p=.074$ ) como en intensidad, amígdala derecha ( $r=-.648$ ;  $p=.012$ ) y amígdala izquierda ( $r=-.474$ ;  $p=.087$ ). El área calcarina izquierda presenta resultados positivos significativos con la intensidad de la activación ( $r=.483$ ;  $p=.080$ ) y por otro lado, con el giro parahipocampal derecho presenta correlaciones significativas y negativas tanto en intensidad ( $r=-.605$ ;  $p=.022$ ) como en la extensión ( $r=-.511$ ,  $p=.062$ ). Destacan las asociaciones significativas encontradas entre las áreas orbitofrontales, concretamente entre el orbitofrontal anterior izquierdo en extensión, y las puntuaciones de ansiedad del HAD, ( $r=-.463$ ;  $p=.096$ ), y entre la ansiedad medida por el BAI y el área orbitofrontal posterior izquierdo, tanto en extensión ( $r=-.495$ ;  $p=.072$ ) como en intensidad ( $r=-.504$ ;  $p=.066$ ), y en el derecho en intensidad ( $r=-.488$ ;  $p=.077$ ).

## Discusión

En las fobias específicas, el miedo es la emoción fundamental (APA, 2013) y la neurociencia nos permite entender que es lo que ocurre en el cerebro de esas persona, en relación a esa emoción que les invade y que genera unas respuestas conductuales determinadas. Ledoux (2000) hacía alusión al cerebro dividiéndolo en dos partes, la parte límbica que a su vez se correspondía con la parte más antigua evolutivamente, relacionada con aspectos instintivos, viscerales y emocionales. Y, por otro lado, la parte más reciente evolutivamente, conocida como neocórtex y relacionada con el pensamiento, el razonamiento, la resolución de conflictos o la toma de decisiones.

**Figura 2.**

*Modelo de dos sistemas.*



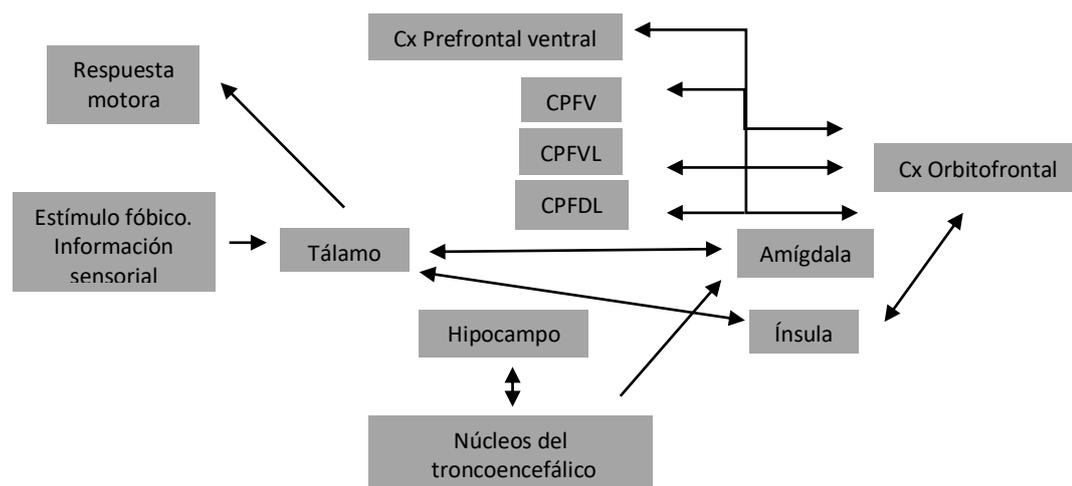
*Nota.* Adaptado de Ledoux, J.E., PH. D., y Pine, M.D. (2016). Using Neuroscience to Help Understand Fear and Anxiety: A Two-System Framework. *American Journal of Psychiatry*, 173, 1083-1093.

En trabajos posteriores, Ledoux et. al, (2016) defienden la idea de un modelo de dos sistemas en el procesamiento del miedo, como nos muestra la Figura 2. El primero, formado por esa parte límbica y subcortical, que actúa de una manera más inconsciente y fisiológica y el segundo, formado por elementos corticales que median en la respuesta de manera consciente. Tal y como vemos en la Figura 3, adaptada de Del Casale et. al, (2016), el cerebro recibe información a través de nuestros órganos sensoriales, llega al tálamo y esta información es recibida por la amígdala, que emite una respuesta defensiva rápida e inconsciente. De esta manera, se hablaría de una vía “corta o de urgencia” que

posibilita una respuesta adaptativa relacionada con la supervivencia. Sin embargo, la vía “larga” lleva a cabo un procesamiento mayor de la información en el que entran esos elementos corticales que permiten determinar cual es el estímulo al que estamos expuestos, su peligro, y que posibles respuestas podemos llevar a cabo para así tomar una decisión, para lo que cumple un papel fundamental la corteza orbitofrontal. Por tanto, la amígdala no sería el centro del miedo, sino que sería responsable de una parte del proceso, en el que se lleva a cabo una detección y una respuesta inmediata ante un estímulo determinado, que se completa con esa segunda parte del proceso donde intervienen áreas parietales y frontales que llevan a cabo los diferentes procesos cognitivos. Los patrones de activación encontrados en los recientes estudios de neuroimagen en las fobias específicas apoyarían este procesamiento de la información, con activaciones breves e intensas de la amígdala (Larson et. al, 2006, Peñate et. al, 2017) además de activaciones en áreas como la ínsula, o la corteza cingulada anterior (Linares et. al, 2012).

**Figura 3.**

*Modelo integrado del circuito del miedo.*



*Nota.* Adaptado de Del casale, A., Ferracuti, S., Rapinesi, C., Serata, D., Piccirilli, M., Savoia, V., Kotzalidis, G., Manfredi, G., Angeletti, G., Tatarelli, R. y Giraldi, P. (2012). Functional neuroimaging in specific phobia. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 202, 181-197.

Con ello cabría esperar que al hacer un estudio de correlaciones de medidas de ansiedad con los patrones de actividad cerebral de participantes fóbicos, los resultados siguieran una tendencia positiva y directa, pues a mayores puntuaciones en medidas subjetivas de ansiedad, siendo la fobia específica un trastorno de ansiedad, mayor actividad cerebral en aquellas áreas implicadas en el circuito del miedo, como la amígdala, y otras áreas límbicas.

Cuando analizamos si existen diferencias entre el grupo de realidad virtual y el grupo de imagen real, en referencia a la edad, y a las puntuaciones obtenidas en las pruebas, no se obtienen diferencias significativas. Con ello, podemos defender que ambos grupos son homogéneos, tanto en variables sociodemográficas como en su diagnóstico, pues ambos son fóbicos y no difieren en ansiedad. En cambio, en el análisis de las diferencias intergrupo, a nivel cerebral vemos diferencias significativas en áreas que pueden apoyar un procesamiento diferencial a nivel visual y atencional, siendo estas, áreas visuales, y áreas encargadas de procesamientos visoespaciales y tridimensionales como el giro fusiforme (Portellano y García, 2014), además de áreas relacionadas con aspectos de memoria contextuales como el hipocampo y el giro parahipocampal (Rivero, 2017).

Sin embargo, cuando se analizan las correlaciones encontradas entre las medidas subjetivas de ansiedad y la actividad cerebral de las áreas que conforman “el circuito” del miedo en las fobias específicas, en términos generales las relaciones significativas encontradas, son indirectas, tanto en el grupo expuesto a realidad virtual como en el grupo de imagen real. En el caso de este último grupo, a mayores puntuaciones en las pruebas de ansiedad, menor es la extensión de la activación cerebral en áreas como la corteza occipital inferior izquierda y la ínsula bilateral, salvo en el precúneo izquierdo donde

podemos hablar de una correlación directa, pues a mayor puntuación en ansiedad, mayor activación de esta área.

Cuando hablamos del grupo expuesto a realidad virtual, a mayores puntuaciones en las pruebas, menor nivel de activación de la amígdala tanto en extensión de la señal como en intensidad de manera bilateral, al igual que en el caso de la señal en el giro parahipocampal derecho, tanto en intensidad como en extensión y en diferentes zonas del córtex orbitofrontal anterior y posterior. En cambio, existe una relación directa entre las puntuaciones de las medidas subjetivas y la intensidad de la señal en el área calcarina izquierda, pero al tratarse de un área primaria visual, a priori, no debe entenderse más allá de un primer procesamiento del estímulo fóbico. En el caso de la corteza orbitofrontal podríamos hablar de resultados esperados, ya que cuando hablamos de personas con fobia específica también hablamos de déficits en la regulación emocional, función de la que se encarga el córtex orbitofrontal (Rivero, 2017).

Con todo ello, los resultados obtenidos en el estudio, indican una tendencia contraria a la esperada, de manera que la relación existente entre ambas variables, por un lado, los niveles de activación cerebral en los grupos de exposición a imagen real y en realidad virtual y por otro, las puntuaciones de las medidas subjetivas de ansiedad, se corresponden con medidas negativas e indirectas, pues a mayor activación cerebral, menores son las puntuaciones en las pruebas de medidas subjetivas y a su vez, a menor actividad cerebral, mayores son las puntuaciones en las medidas subjetivas de ansiedad.

Entre las limitaciones que podrían explicar unos resultados poco concluyentes, se podrían señalar un bajo tamaño muestral, además de la utilización de medidas subjetivas generales de ansiedad en el estudio de correlaciones en lugar de la utilización de medidas subjetivas propias del trastorno psicológico objeto de estudio, si utilizadas en la parte de

validación del diagnóstico. Cuando observamos específicamente los ítems de las pruebas, hacen alusión a hechos ocurridos en los últimos días o en la última semana y no en referencia a la presencia de un estímulo, en este caso, el estímulo fóbico. En este sentido, la actividad cerebral registrada en presencia del estímulo fóbico podría no tener que ver con las medidas de ansiedad general recogidas. Por tanto, en estudios futuros se podrían utilizar este tipo de instrumentos más específicos no solo en los primeros momentos del estudio donde se determina el diagnóstico de los participantes sino posteriormente en el análisis estadístico que se realice, de manera que se lleve a cabo un análisis de la correlación entre las activaciones cerebrales y las medidas subjetivas específicas de las fobias.

### **Conclusiones**

En resumen, los resultados obtenidos a través del estudio de correlaciones entre el nivel de activación cerebral de personas fóbicas expuestas el estímulo temido y las puntuaciones obtenidas en diferentes medidas subjetivas de ansiedad general difieren de lo esperado, pues a mayor puntuación en las medidas subjetivas de ansiedad cabría esperar unas mayores activaciones cerebrales, obteniendo resultados contrarios, a mayor nivel de activación cerebral, menos puntuaciones en las pruebas, y viceversa.

## Referencias

- American Psychiatric Association (2013). *DSM-5. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G. y Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 56*, 893-897.
- Beck, A. T. y Steer, R. A. (2011). *Manual. BAI. Inventario de Ansiedad de Beck* (Adaptación española de Sanz, J.). Madrid: Pearson Educación.
- Choy, Y., Fyer, A.J. y Lipsitz, J.D. (2007). Treatment of specific phobia in adults. *Clinical Psychology Review, 27*, 266-286.
- Del casale, A., Ferracuti, S., Rapinesi, C., Serata, D., Piccirilli, M., Savoia, V., Kotzalidis, G., Manfredi, G., Angeletti, G., Tatarelli, R. y Giraldi, P. (2012). Functional neuroimaging in specific phobia. *Psychiatry Research: Neuroimaging, 202*, 181-197.
- Dilger, S.; Straube, T.; Mentzel, H.J.; Fitzek, C.; Reichenbach, J.R.; Hecht, H.; Krieschel, S.; Gutberlet, I.; Miltner, W.H.R. (2003). Brain activation to phobia-related pictures in spider phobic humans: an event-related functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience letters, 384*, 29-32.
- Endler, N. S., Hunt, J. M., & Rosenstein, A. J. (1962). An S-R inventory of anxiousness. *Psychological Monographs: General and Applied, 76*, 143-146.

Krijn, M., Emmelkamp, R.P., Olafsson y Biemond, R. (2004) Virtual reality exposure therapy of anxiety disorders: A review. *Clinical Psychology Review*, 24, 259-281.

IBM Corp. Released 2017. *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Ipser, J.C., Singh, L., Stein, D.J. (2013) Meta-analysis of functional brain imaging in specific phobia. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 67, 311-322.

Larson, C.L., Schaefer, H.S., Siegle, G.J., Jackson, C.A.B., Anderñe, M.J. y Davidson, R.J. (2006). Fear is fast in phobic individuals: amygdala activation in response to fear relevant-stimuli. *Biological Psychiatry*, 60, 410-417.

Ledoux, J.E. (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23 (1), 155-184

Ledoux, J.E., PH. D., y Pine, M.D. (2016). Using Neuroscience to Help Understand Fear and Anxiety: A Two-System Framework. *American Journal of Psychiatry*, 173, 1083-1093.

Linares, I.M.O., Trzesniak, C., Hortes, M, Hallak, J.E.C., Nardi, A.E., y Crippa, J.A.S. (2012). Neuroimaging in specific phobia disorder: a systematic review of the literatura. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 34, 101-111.

London University Collegue (2017) *Statistical Package for the Social Sciences*, SPSS, London: <https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12/>

- Martínez-González, A.E., Piqueras-Rodríguez, J.A.(2010). Eficacia de la terapia cognitivo conductual en trastornos afectivos y de ansiedad mediante neuroimagen funcional. *Revista de neurología*, 50 (3), 167-178.
- Peñate, W., Fumero, A., Viña, C., Herrero, M., Marrero, E.J. y Rivero, F. (2017). A meta-analytic review of neuroimaging studies of specific phobia to small animals. *The European Journal of Psychiatry*, 31 (1), 23-26.
- Peñate, W., Rivero, F., Viña, C., Herrero, M., Betancourt, M., De la Fuente, J., Álvarez-Pérez, Y. Y Fumero, A. (2019). The equivalence between virtual and real feared stimuli in a phobic adult simple: a neuroimaging study. *Journal of Clinical Medicine*, 8, 2139.
- Portellano Pérez, J.A. y García Alba, J. (2014). Neuropsicología de la atención. En Portellano Pérez, J.A. y García Alba, J, *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. Editorial Síntesis.
- Powers, M.B., Emmelkamp, P.M.G. (2008) Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis. *Journal of Anxiety Disorders*, 22, 561-569.
- Rivero Pérez, F. L. (2017). *Fobias específicas a pequeños animales: un estudio con neuroimagen* [Tesis de maestría, Universidad de La Laguna].  
:https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=WoZgJ8fF1xQ%3D
- Rivero, F.; Herrero, M., Viña, C., Álvarez-Pérez, Y., y Peñate, W. (2017). Neuroimaging in cockroach phobia: An experimental study. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 12, 207-215.

- Sánchez Navarro, J.P.; Martínez Selva, J.M. (2009). Reactividad fisiológica periférica y actividad cerebral en las fobias específicas. *Escritos de Psicología*, 3 (1), 43-54.
- Sanz, J., García-Vera, M.P., y Fortún, M. (2012). El “Inventario de Ansiedad de Beck” (BAI): propiedades psicométricas de la versión española en pacientes con trastornos psicológicos. *Psicología Conductual*, 20 (3), 563-583.
- Sosa, C.D. y Capafóns, J.I. (2014). Fobia específica. En Caballo, V.E., Salazar, I.C. y Carrobes, J.A (Ed.) *Manual de psicopatología y trastornos psicológicos*, 151-180, Pirámide.
- Straube, T., Mentzel, H.J., Glauer, M., Miltner, W.H.R. (2004). Brain activation to phobia-related words in phobic subjects. *Neuroscience Letters*, 372, 204-208.
- Straube, T., Glauer, M., Dilger, S., Mentzel, H. y Miltner, W.H.R. (2006). Effects of cognitive-behavioral therapy on brain activation in specific phobia. *Neuroimage*, 29, 125-135.
- Straube, T., Mentzel, H., Miltner, W.H.R. (2006). Neural Mechanisms of Automatic and Direct Processing of Phobogenic Stimuli in Specific Phobia. *Biological Psychiatry*, 59, 162-170.
- Terol-Cantero, M.C., Cabrera-Perona, V., y Martín-Aragón, M. (2015). Revisión de estudios de la Escala de Ansiedad y Depresión Hospitalaria (HAD) en muestras españolas. *Anales de Psicología*, 31 (2), 494-503.
- Wardenaar, K.J., Lim, C.C.W., Al-Hamzawi, A.O., Alonso, J., Andrade, L.H., Benjet, C., Bunting, B., de Girolamo, G., Demyttenaere, K., Florescu, S.E., Gureje, O.,

Hisateru, T., Hu, C., Huang, Y., Karam, E., Kiejna, A., Lepine, J.P., Navarro-Mateu, F., Brown, M.O., Piazza, M., Posada-Villa, J., ten Have, M.L., Torres, Y., Xavier, M., Zarkov, Z., Kessler, R.C., Scott, K.M y de Jonge, P. (2017). The cross-national epidemiology of specific phobia in the World Mental Health Surveys. *Psychology Medicine*, 47 (10), 1744-1760:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5674525/>

Wolitzky-Taylor, K.B., Horowitz, J.D., Powers, M.B. y Telch, M.J. (2008). Psychological approaches in the treatment of specific phobias: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 28, 1021-1037.

Zigmond A., & Snaith, R. (1983). The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67, 361–370.

## Material complementario

### INVENTARIO S-R

A continuación se recogen una serie de sensaciones que podemos experimentar cuando nos encontramos ante un objeto o situación temida que nos provoca ansiedad. Por favor indique sus reacciones y actitudes, rodeando con un círculo la alternativa de respuesta que mejor represente sus sensaciones en relación con la situación temida:

Cuando estoy en presencia de (cucarachas/arañas/lagartijas/otros pequeños animales):

1. El corazón me late más deprisa	En absoluto	0	1	2	3	4	Muy deprisa
2. Siento una sensación de incomodidad	En absoluto	0	1	2	3	4	Muy intensa
3. Las emociones me impiden actuar	En absoluto	0	1	2	3	4	Muchísimo
4. Me siento alegre y emocionado	Muchísimo	0	1	2	3	4	En absoluto
5. Deseo evitar la situación	En absoluto	0	1	2	3	4	Muchísimo
6. Sudo	En absoluto	0	1	2	3	4	Sudo mucho
7. Necesito orinar	En absoluto	0	1	2	3	4	Con frecuencia
8. Disfruto del riesgo	Muchísimo	0	1	2	3	4	En absoluto
9. Se me seca la boca	En absoluto	0	1	2	3	4	Muy seca
10. Me quedo paralizado	En absoluto	0	1	2	3	4	Totalmente
11. Siento intensas molestias en el estómago	En absoluto	0	1	2	3	4	Muy intensas
12. Me gusta buscar experiencias como ésta	Muchísimo	0	1	2	3	4	En absoluto
13. Estoy suelto de vientre	En absoluto	0	1	2	3	4	Muchísimo
14. Siento náuseas	En absoluto	0	1	2	3	4	Muchísimas

### Inventario BAI

(Beck, Epstein, Brown y Steer, 1988)

Por favor, lea atentamente cada ítem de la lista. Indique en qué medida le ha afectado a usted cada síntoma durante la semana pasada, incluyendo hoy, colocando una **X** en el espacio correspondiente de la fila que hay al lado de cada uno.

	NINGUNO	LIGERO	MODERADO	GRAVE
	0	1	2	3
1. Insensibilidad física o cosquilleo				
2. Acaloramiento				
3. Debilidad en las piernas				
4. Incapacidad para relajarme				
5. Temor a que suceda lo peor				
6. Mareos o vértigo				
7. Aceleración del ritmo cardíaco				
8. Sensación de inestabilidad				
9. Sensación de estar aterrorizado				
10. Nerviosismo				
11. Sensación de ahogo				
12. Temblor de manos				
13. Temblor generalizado a estremecimiento				
14. Miedo a perder el control				
15. Dificultad para respirar				
16. Miedo a morir				
17. Estar asustado o sobresaltado.				
18. Indigestión o malestar en el abdomen				
19. Sensación de irme a desmayar				
20. Rubor facial				
21. Sudor (No debido al calor)				

## CUESTIONARIO H.A.D.

Este cuestionario tiene el objetivo de ayudarnos a conocer cómo se siente usted: Lea cada frase y marque la respuesta que mejor describa sus sentimientos en los últimos días, poniendo una cruz en el cuadrado delante de la frase que mejor refleje su situación. No piense mucho sus respuestas, seguramente su primera reacción ante cada frase será más exacta que una respuesta largamente meditada.

### 1. Me siento tenso/a y nervioso/a

<input type="checkbox"/>	La mayor parte del tiempo
<input type="checkbox"/>	Bastantes veces
<input type="checkbox"/>	A veces
<input type="checkbox"/>	Nunca

### 2. Sigo disfrutando de las cosas que siempre me han gustado

<input type="checkbox"/>	Como siempre
<input type="checkbox"/>	No tanto como antes
<input type="checkbox"/>	Solo un poco
<input type="checkbox"/>	Nada

### 3. Tengo una sensación de miedo como si algo horrible me fuera a suceder

<input type="checkbox"/>	Sí, y además es muy fuerte
<input type="checkbox"/>	Sí, pero no es muy fuerte
<input type="checkbox"/>	Un poco, pero no me preocupa
<input type="checkbox"/>	No

### 4. Puedo reírme y ver el lado divertido de las cosas

<input type="checkbox"/>	Igual que siempre lo hice
<input type="checkbox"/>	Un poco menos ahora
<input type="checkbox"/>	Bastante menos ahora
<input type="checkbox"/>	Ahora ya no

### 5. Tengo mi cabeza llena de preocupaciones

<input type="checkbox"/>	Casi todo el tiempo
<input type="checkbox"/>	Bastantes veces
<input type="checkbox"/>	A veces, aunque no muy a menudo
<input type="checkbox"/>	Sólo en ocasiones

### 6. Me siento alegre

<input type="checkbox"/>	Nunca
<input type="checkbox"/>	No muy a menudo
<input type="checkbox"/>	A veces
<input type="checkbox"/>	Casi siempre

### 7. Puedo estar sentado/a tranquilamente y sentirme relajado/a

<input type="checkbox"/>	Siempre
<input type="checkbox"/>	Normalmente
<input type="checkbox"/>	No muy a menudo
<input type="checkbox"/>	Nunca

### 8. Siento como si cada día hiciera las cosas más despacio

<input type="checkbox"/>	Casi siempre
<input type="checkbox"/>	Muy a menudo
<input type="checkbox"/>	A veces
<input type="checkbox"/>	Nunca

### 9. Tengo una sensación extraña, como de "aleteo" en el estómago

<input type="checkbox"/>	Nunca
<input type="checkbox"/>	Ocasionalmente
<input type="checkbox"/>	Con bastante frecuencia
<input type="checkbox"/>	Muy frecuentemente

### 10. He perdido interés por mi aspecto personal

<input type="checkbox"/>	Totalmente
<input type="checkbox"/>	No me preocupo tanto como debiera
<input type="checkbox"/>	Podría tener un poco más de interés
<input type="checkbox"/>	Me preocupa igual que siempre

### 11. Me siento inquieto/a, como si no pudiera parar a moverme

<input type="checkbox"/>	Mucho
<input type="checkbox"/>	Bastante
<input type="checkbox"/>	No mucho
<input type="checkbox"/>	Nada

### 12. Veo con optimismo el futuro

<input type="checkbox"/>	Igual que siempre
<input type="checkbox"/>	Menos de lo que acostumbraba

	<b>Mucho menos de lo que acostumbraba</b>
	<b>Nunca</b>

**13. Me asaltan sentimientos repentinos de pánico**

	<b>Muy frecuentemente</b>
	<b>Bastante a menudo</b>
	<b>No muy a menudo</b>
	<b>Nunca</b>

**14. Puedo divertirme leyendo un buen libro o con un programa de radio y televisión**

	<b>Frecuentemente</b>
	<b>A veces</b>
	<b>Muy pocas veces</b>
	<b>Rara vez</b>