

ANÁLISIS DE REDES EN PSICOLOGÍA NETWORK ANALYSIS IN PSYCHOLOGY

Eduardo Fonseca-Pedrero

Universidad de La Rioja. Centro de Investigación Biomédica en Red de Salud Mental (CIBERSAM), Oviedo

El objetivo general de este trabajo es introducir un nuevo enfoque denominado análisis de redes (network analysis) para su aplicación al campo de la psicología. Básicamente, se trata de presentar el modelo de redes, de forma breve, amena, sencilla y, en la medida de lo posible, alejada de tecnicismos y aparataje estadístico. Es un breve bosquejo cuya finalidad es, por un lado, dar los primeros pasos en el análisis de redes, y por otro, mostrar las implicaciones teóricas y clínicas subyacentes a este modelo. En primer lugar, se comentan los orígenes de este enfoque y la forma de comprender los fenómenos psicológicos, concretamente las variables de tinte psicopatológico. Se abordan los conceptos de red, nodo y arista, los tipos de redes y los procedimientos para su estimación. Seguidamente, se explican las medidas de centralidad y se mencionan algunas aplicaciones al campo de la psicología. Posteriormente, se ejemplifica en un caso concreto, estimando y analizando una red de rasgos de personalidad dentro del modelo de los Big Five. Se aporta la sintaxis correspondiente para que el lector pueda practicar. Finalmente, a modo de conclusión, se realiza una breve recapitulación, se comentan algunas notas de reflexión y líneas de investigación futuras.

Palabras clave: Análisis de redes, Salud mental, Medición, Psicología, Psicometría, Modelo de redes.

The main goal of this work is to introduce a new approach called network analysis for its application in the field of psychology. Basically, in this paper we present the network model in a brief, entertaining and simple way and, as far as possible, away from technicalities and the statistical point of view. The aim of this outline is, on the one hand, to take the first steps in network analysis, and on the other, to show the theoretical and clinical implications underlying this model. Firstly, the roots of this approach are discussed as well as the way it has of understanding psychological phenomena, specifically psychopathological problems. The concepts of network, node and edge, the types of networks and the procedures for their estimation are all addressed. Next, measures of centrality are explained and some applications in the field of psychology are mentioned. Later, this approach is exemplified with a specific case, which estimates and analyzes a network of personality traits within the Big Five model. The syntax of this analysis is provided. Finally, by way of conclusion, a brief recapitulation is provided, and some cautionary reflections and future research lines are discussed.

Key words: Network analysis, Mental health, Measurement, Psychology, Psychometric, Network model.

La psicología, desde sus orígenes, no ha cesado en su empeño por mejorar la comprensión de la conducta humana. Este continuo acicate ha impulsado el desarrollo de diferentes modelos psicológicos que, en esencia, tratan de avanzar en el conocimiento del comportamiento y los procesos psicológicos (en su sentido amplio). Los nuevos modelos teóricos y psicométricos tal vez permitan incorporar un prisma alternativo con el que conceptualizar y repensar los fenómenos psicológicos. El modelo de redes, la teoría del caos o la teoría de los sistemas dinámicos son solo algunos ejemplos que, aunque son temas clásicos en algunas disciplinas científicas, se están incorporando en la ciencia del comportamiento humano (Nelson, McGorry, Wichers, Wig-

man, y Hartmann, 2017). Especialmente interesante son las aportaciones del modelo de redes para el análisis de variables psico(pato)lógicas (Borsboom, 2017; Borsboom y Cramer, 2013). Esta nueva forma de comprender e intervenir en la conducta tiene enormes posibilidades ya que puede, entre otros aspectos, motivar formas alternativas de analizar datos, sugerir maneras diferentes de modelar y analizar las relaciones entre variables (p.ej., síntomas, signos, procesos psicológicos, rasgos de personalidad, desencadenantes ambientales, consumo de sustancias, etc.), diseñar nuevas formas de prevención e intervención y/o incluso mejorar la búsqueda de mecanismos etiológicos.

Dentro de este contexto el objetivo de este trabajo es realizar una introducción al análisis de redes en psicología. Se trata de presentar el modelo de redes, de forma breve, amena, sencilla y, en la medida de lo posible, alejada de ciertos tecnicismos y el complejo aparataje estadístico. La meta es que sirva de tutorial

Recibido: 4 septiembre 2017 - Aceptado: 7 noviembre 2017
Correspondencia: Eduardo Fonseca Pedrero. Universidad de La Rioja. Departamento de Ciencias de la Educación. Calle Luis Ulloa, 2, 26004 La Rioja. España.
Email: eduardo.fonseca@unirioja.es

Artículo en prensa

introdutorio al profesional de la psicología y que permita, por un lado, dar los primeros pasos en el análisis de redes, y por otro, comprender las implicaciones teóricas y clínicas subyacentes a este modelo. El hilo de exposición en el presente trabajo será el siguiente. En primer lugar, se comentan los orígenes de este enfoque así como la forma que tiene de comprender los fenómenos psicológicos, concretamente las variables de tinte psicopatológico. Se abordan los conceptos de red, nodo y arista, los tipos de redes y los procedimientos para su estimación. Seguidamente, se explican las medidas de centralidad y se mencionan algunas aplicaciones al campo de la psicología. Posteriormente, se ejemplifica en un caso concreto, estimando y analizando una red de rasgos de personalidad dentro del modelo de los *Big Five*. Se aporta la sintaxis correspondiente para que el lector pueda practicar. Finalmente, a modo de conclusión, se realiza una breve recapitulación, se comentan algunas notas de reflexión y se exponen líneas de investigación futuras.

EL ANÁLISIS DE REDES EN PSICOLOGÍA

El análisis de redes representa un enfoque teórico reciente en psicología, si bien no es algo nuevo en el campo científico. Se ha aplicado extensamente en otras áreas bajo la teoría de grafos, por ejemplo, en el estudio de las relaciones sociales (Borgatti, Mehra, Brass, y Labianca, 2009; Newman, 2010).

El profesor Denny Borsboom de la Universidad de Ámsterdam y su grupo de colaboradores han impulsado una visión diferente con la que conceptualizar, concretamente, los problemas psicopatológicos (Borsboom y Cramer, 2013; Schmittmann et al., 2013). Bien es cierto que se está expandiendo a otras áreas de la psicología que van más allá del estudio de los trastornos mentales, como por ejemplo, la inteligencia o las actitudes de voto (Maas, Kan, Marsman, y Stevenson, 2017). Básicamente, el modelo de redes surge como respuesta al modelo médico, predominante en el campo de la psiquiatría y algunas áreas de la psicología, y que ha sido promulgado por los principales sistemas nosológicos. Por ejemplo, desde el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM) (American Psychiatric Association, 2013), se considera que los síntomas y signos que refieren los pacientes tienen su origen en una causa latente denominada "trastorno mental" o "enfermedad mental". Los síntomas son solo

meras consecuencias pasivas de una causa latente común. A esta interpretación se le conoce como "modelo de trastorno latente común" o "modelo de causa latente común" (Borsboom y Cramer, 2013). Se supone, por ejemplo, que las manifestaciones fenotípicas tales como alucinaciones, ideas delirantes o síntomas negativos son debidas a un trastorno subyacente que los causa, denominado, en este caso, esquizofrenia (véase Figura 1). Esta aproximación médica del entendimiento de la conducta anormal parece partir de una premisa falsa: una causa latente común. Obviamente esta visión no está exenta de limitaciones. Por ejemplo, a diferencia de otros campos de la medicina, en psicopatología es difícil identificar una causa común como condición que exista independientemente de sus síntomas y que explique la emergencia y covariación de los mismos (McNally, 2016). Además, este enfoque conduce a un razonamiento tautológico (una persona tiene alucinaciones porque padece de un episodio psicótico; se diagnostica de psicosis esquizofrenia porque refiere alucinaciones) y también a la reificación. A parte del modelo de redes, y como respuesta a estas posibles limitaciones, los sistemas nosológicos también han sido criticados desde otras asociaciones internacionales proponiéndose incluso nuevas formas de conceptualización y clasificación de los problemas mentales (p.ej., *Research Domain Criteria*, RDoC) (Insel et al., 2010).

Como señala Fonseca-Pedrero (2017) el modelo de "causa latente común" es sin duda una de las formas más socorridas para explicar los trastornos mentales; no obstante otras interpretaciones, complementarias o no, que permitan un cabal entendimiento de los trastornos psicopatológicos así como de otros fenómenos psicológicos (p. ej., rasgos de personalidad) son posibles, además de deseables. Se desea ejemplificar este punto con un caso. Véase, una persona con problemas de sueño los cuales le perturban su estado de ánimo y sus procesos de razonamiento, volviéndose más suspicaz. A su vez, con el paso del tiempo estos comportamientos desembocan en un estado de malestar general e ideación paranoide que impactan negativamente en su capacidad de concentración y en su rendimiento académico/laboral. Todo ello acaba desencadenando un conjunto de experiencias alucinatorias auditivas, que alteran su funcionamiento social, generando discapacidad y necesidad de tratamiento. La representación visual de este caso se recoge en la Figura 2. Si se tiene



Artículo en prensa

en cuenta este modelo, un trastorno mental subyacente, denominado esquizofrenia, no sería la causa común de la covarianza existente entre los síntomas y signos. Los síntomas se agrupan porque se influyen mutuamente unos a los otros, y no porque hay una causa latente común que está explicando su emergencia y covariación. Los síntomas no reflejarían “la causa” sino que serían constitutivos de la misma (McNally, 2016). Por lo tanto, se podría pensar que los síntomas psicopatológicos no son las manifestaciones emergentes de un trastorno mental subyacente sino que son redes de síntomas, sistemas complejos dinámicos o constelaciones dinámicas de síntomas (y signos) que se encuentran interrelacionados de forma causal (Borsboom y Cramer, 2013; Fried, van Borkulo, Cramer, et al., 2016). Desde el modelo de redes, los trastornos psicopatológicos se conciben como un sistema complejo dinámico (Cramer et al., 2016). Es sistema porque analiza relaciones directas entre síntomas. Es complejo porque no se puede predecir el resultado considerando solamente un elemento del sistema. Es dinámico porque evoluciona con el tiempo.

Para un análisis más detallado del análisis de redes el lector puede consultar excelentes trabajos previos tanto en inglés (Borsboom, 2017; Borsboom y Cramer, 2013; Epskamp, Maris, Waldorp, y Borsboom, en prensa; McNally, 2016; Schmittmann et al., 2013) como en español (Fonseca-Pedrero, 2017), tutoriales (Borsboom y Cramer, 2013; Costantini et al., 2017; Costantini et al., 2015), páginas web (<http://psychosystems.org/>; <http://psych-networks.com/>), aplicaciones para analizar y representar las redes (<https://jolandakos.shinyapps.io/NetworkApp/> o <http://ncase.me/loopy/v1.1/>) o sintaxis en el entorno R (<http://sachaepskamp.com/files/Cookbook.html>). Para aquellos que deseen iniciar sus primeros pasos en R se pueden consultar magníficos manuales y artículos introductorios (Elosua, 2009; Field, Miles, y Field, 2012; R Core Team, 2016; Ruiz-Ruano y Puga, 2016).

CONCEPTOS BÁSICOS EN EL ANÁLISIS DE REDES PSICOLÓGICAS

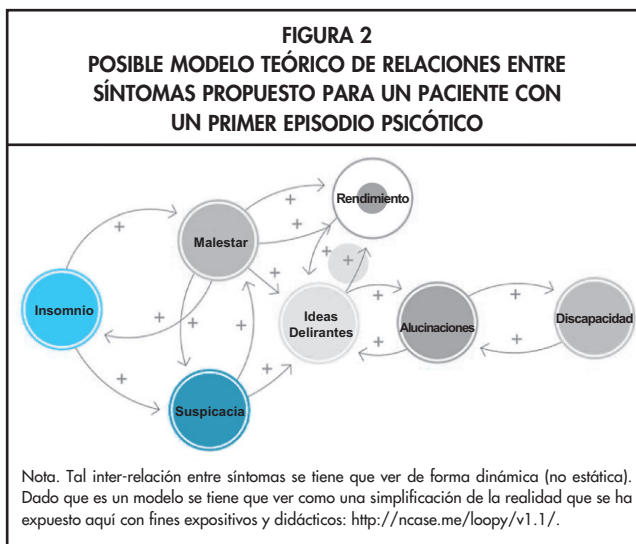
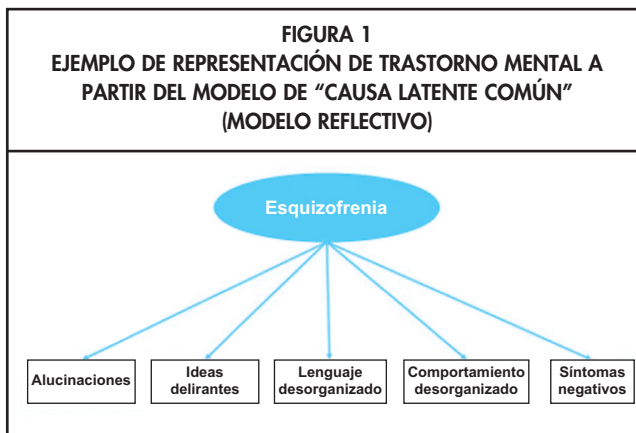
Red, nodos y aristas

Una red es un modelo abstracto que contiene nodos (*nodes*) y aristas (*edges*). Los nodos representan los objetos o variables de estudio, mientras que las aristas representan las conexiones entre los nodos, esto es, la “línea” que los conecta (véase Figura 3). Los nodos pueden ser

todo tipo de variables como, por ejemplo, síntomas psicopatológicos, rasgos de personalidad, o estímulos ambientales (p. ej., experiencias traumáticas, consumo de cannabis) (Isvoranu et al., 2017; Klippel et al., 2017). También podría ser algún otro tipo de variable procedente de niveles de análisis no observables al ojo humano (p. ej., genético, psicofisiológico, neurocognitivo) (Santos Jr, Fried, Asafu-Adjei, y Ruiz, 2017). A la representación gráfica existente entre nodos y aristas se le conoce como grafo. Tales representaciones se pueden ejecutar en R (R Core Team, 2016) y con paquetes específicos como el *Qgraph* (Epskamp, Cramer, Waldorp, Schmittmann, y Borsboom, 2012).

Clasificación de las redes

Existen diferentes tipos de redes, en función de si las aristas están ponderadas o no y/o dirigidas o no. De su



Artículo en prensa

combinación resultan cuatro tipos, a saber: no ponderadas no dirigidas, no ponderadas dirigidas, ponderadas no dirigidas y ponderadas dirigidas. En la Figura 4 se recoge una representación visual de esta taxonomía.

Primero, las aristas de las redes pueden ser ponderadas o no ponderadas. En las redes no ponderadas los nodos están conectados sin ninguna fuerza o peso, mientras que en las redes ponderadas hay un valor, un coeficiente, que es indicativo de la magnitud de tal conexión. Este valor está representado por el grosor de la arista y oscila entre $-/+1$. Cuanto más cercano a $+1$ o -1 sea el valor, mayor es el grosor de la arista y mayor es la fuerza de la asociación entre nodos. Se deduce que la asociación entre nodos puede ser positiva o negativa. Una asociación negativa, signo negativo del coeficiente, se suele representar con el color rojo y una positiva, signo positivo de coeficiente, con el color verde. Un valor de 0 indica ausencia de la arista que conecta los nodos.

Segundo, las aristas de las redes pueden ser no dirigidas o dirigidas. Las redes no dirigidas consisten en aristas o líneas simples que conectan pares de nodos, donde existe una asociación de cierta magnitud, pero no se indica la dirección de tal relación (p. ej., si el nodo X provoca la activación del nodo Y, o a la inversa).

Gráficamente las líneas de colores (rojo y verde) que unen los nodos no tendrían flechas en su punto final. Por su parte las redes dirigidas permiten que la dirección de la predicción entre nodos vaya en ambos sentidos. Las redes dirigidas consisten en aristas con puntas de flecha en un extremo del borde, apuntando en la dirección de la predicción, y quizás causalidad.

Estimación de la red

Las redes psicológicas necesitan ser estimadas. Dicha estimación parte de una matriz de correlaciones que puede ser, básicamente, de tres tipos: a) simples; b) parciales; y c) parciales regularizadas. Las correlaciones simples, se corresponden con la matriz de correlaciones de Pearson. Las correlaciones parciales, permiten ver la correlación entre el nodo A y el nodo B controlando el efecto del resto de nodos de la red, esto es, controlar las correlaciones espurias que pueden surgir debido a las múltiples comparaciones. La estimación de la red se realiza mediante un algoritmo denominado *Fruchterman-Reingold*. Las correlaciones parciales regularizadas, implementan un procedimiento de regularización, que requiere de menos parámetros a estimar por lo que permite extraer una red estable y de fácil interpretación. En este caso se puede estimar la red con el *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* (LASSO) o con una variación denominada *Graphical-LASSO* (G-LASSO) (Epskamp, Borsboom, y Fried, 2017). La elección del

FIGURA 3
EJEMPLO DE RED ESTIMADA

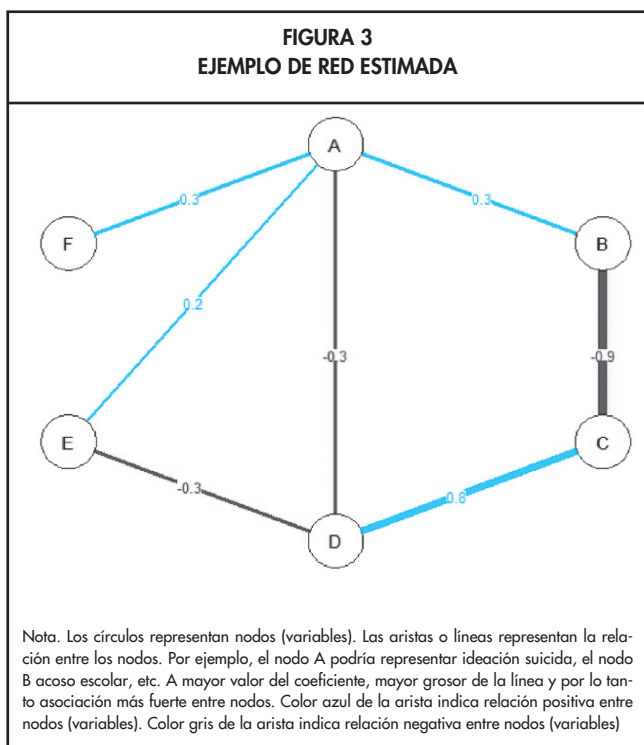
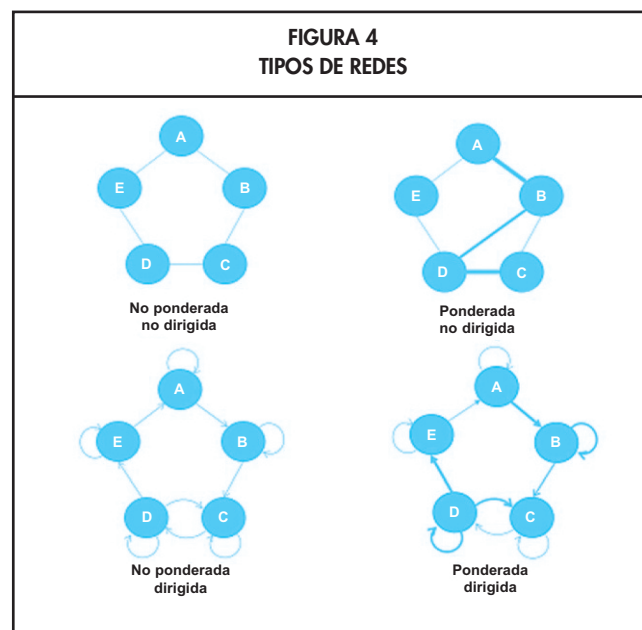


FIGURA 4
TIPOS DE REDES



Artículo en prensa

método de estimación no es una cuestión trivial y no se debe dejar al albur pues puede tener un gran impacto tanto en la estructura resultante de la red como en las conclusiones extraídas a partir de dicha estructura (Epskamp, Kruis, y Marsman, 2017).

Analizar la estructura de la red: medidas de centralidad

A partir de la red estimada, se pueden realizar diferentes inferencias que ayuden a comprender la estructura de la misma así como examinar la importancia relativa de los nodos dentro de ella. Para analizar la estructura de la red existen las medidas de: a) distancia y longitud de la trayectoria más corta; b) centralidad; y c) conectividad y agrupamiento. Aquí únicamente se expondrán las medidas de centralidad, por lo que aquel lector que quiera profundizar en las otras medidas de inferencia puede consultar trabajos previos (Costantini et al., 2015).

Las medidas de centralidad se preguntan cuál es el nodo más importante en la red. Permiten analizar la importancia relativa del nodo dentro de la red en función del patrón de conexiones. En una red estimada no todos los nodos son igualmente importantes. Un nodo es central si tiene muchas conexiones. Un nodo es periférico, se encuentra en la parte externa de la red, si tiene pocas conexiones. Para saber si el nodo es central (importante, influyente) en la red se tienen que tener en cuenta: a) la fuerza (*strenght centrality*); b) la cercanía (*closeness centrality*); y c) la intermediación (*betweenness centrality*).

La fuerza de centralidad se refiere a la magnitud de la asociación con los demás nodos, esto es, qué nodo tiene las conexiones más fuertes. Un nodo con una centralidad alta es un nodo que influye en muchos otros nodos. La cercanía de centralidad se define como la inversa de la suma de la distancia desde un nodo a todos los otros nodos de la red. Un nodo con una alta centralidad de proximidad es un nodo que puede predecir bien otros nodos. La intermediación se define como el número de veces que un nodo está entre otros dos nodos. La intermediación es la cantidad de caminos más cortos entre dos nodos cualesquiera (la ruta más corta del nodo A al nodo B) que pasa un nodo específico. Un nodo con un valor alto en intermediación indicada que es un nodo bien conectado con el resto de nodos de la red.

Los programas estadísticos permiten extraer estos índices de centralidad (en puntuaciones Z), referidos a la fuerza, cercanía y/o intermediación así como generar gráficos y tablas a partir de ellos (ver más adelante Figuras 5 y 6).

ALGUNAS APLICACIONES AL CAMPO DE LA PSICOLOGÍA

No ha sido hasta relativamente hace poco tiempo que la literatura psicológica se ha centrado en un enfoque de red para modelar fenómenos psicológicos. En este breve recorrido se han realizado excelentes aportaciones científicas, fiel reflejo del interés que ha suscitado entre los profesionales y los investigadores de la psicología y ciencias afines. Las temáticas de estudio bajo el modelo de redes se encuentran en clara ebullición y expansión. Sirva como muestra los trabajos que han analizado la sintomatología depresiva (Bringmann, Lemmens, Huibers, Borsboom, y Tuerlinckx, 2015; Cramer et al., 2016; Fried, van Borkulo, Epskamp, et al., 2016), la psicosis y su relación con experiencias traumáticas o impactos ambientales (Isvoranu, Borsboom, van Os, y Guloksuz, 2016; Isvoranu et al., 2017), los síntomas psicóticos negativos (Levine y Leucht, 2016), los síntomas psicóticos atenuados (Fonseca-Pedrero, 2018), el abuso de sustancias (Rhemtulla et al., 2016), la calidad de vida (Kossakowski et al., 2016), los síntomas de estrés post-traumático (McNally et al., 2014), la comorbilidad (Cramer, Waldorp, van der Maas, y Borsboom, 2010), la relación entre síntomas y trastornos desde los sistemas taxonómicos (Boschloo et al., 2015; Tio, Epskamp, Noordhof, y Borsboom, 2016), los problemas emocionales y comportamentales en adolescentes (Boschloo, Schoevers, van Borkulo, Borsboom, y Oldehinkel, 2016; Fonseca-Pedrero, 2017) o la inteligencia (Maas, Kan, Marsman, y Stevenson, 2017), por citar algunos.

Borsboom (2017) ha propuesto un modelo teórico de redes para la comprensión de los trastornos mentales. En su teoría postula cinco principios referidos a la relación con la estructura y dinámica de las redes y que se concretan en: complejidad, correspondencia de componente de síntoma, conexiones causales directas, estructura en red de problemas mentales e histéresis. Primero, la complejidad se refiere a la interacción que se establece entre los diferentes componentes de la red. Segundo, la correspondencia se refiere a la relación entre los componentes de la red y los síntomas de los problemas psicológicos. Tercero, la estructura se genera por un patrón de conexiones directas entre los síntomas. Cuarto, la red psicopatológica tiene una topología no trivial, esto es, unos síntomas están más fuertemente conectados que otros (p. ej., un síntoma concreto dentro de un trastorno

Artículo en prensa

mental se encuentra más conectado con los síntomas de ese trastorno específico que con los síntomas de otros síndromes clínicos). Quinto, la histéresis se refiere al fenómeno por el cual un determinado evento externo a la red (p. ej., experiencias de trauma) puede activarla y la subsiguiente ausencia de tal evento o suceso externo no necesariamente la desactiva, esto es, los síntomas se continúan activando entre sí incluso cuando ha desaparecido el evento desencadenante externo. Finalmente, desde este modelo, la noción de salud mental se correspondería con un estado estable de una red débilmente conectada, mientras que los trastornos mentales se corresponderían con estados estables de redes de síntomas fuertemente conectados. Por ejemplo, bajo este acercamiento se concibe los síndromes psicopatológicos (véase por ejemplo trastornos psicóticos) como redes causales dinámicas de estados mentales con niveles crecientes de gravedad psicopatológica, aspecto totalmente congruente con los modelos actuales de estadificación (Fonseca-Pedrero, 2018; McGorry y van Os, 2013; Nelson et al., 2017; Wigman et al., 2013).

De la teoría de redes se derivan claras implicaciones en la forma de comprender el diagnóstico y el tratamiento psicológico. Por ejemplo, el análisis de estructura de la red y las medidas de centralidad tienen claras implicaciones clínicas. Se puede juzgar cuáles son los síntomas que tienen una mayor importancia en la red, utilizar los síntomas más centrales para diagnosticar y planificar el tratamiento o focalizar el tratamiento en un síntoma o la red de síntomas que tienen más conexiones. También se puede identificar nodos "puente", esto es, un síntoma que sirve de nexo entre dos conjuntos de redes y que su abordaje e intervención tal vez permita controlar la (hipo)activación de otras subredes. Para Borsboom (2017) el diagnóstico implica identificar redes de síntomas, mientras que el tratamiento implica cambiar o manipular la red psicopatológica de tres formas, a saber: a) intervenciones en síntomas (modificando el estado de uno o más síntomas); b) intervenciones en el campo externo (eliminando la causa o las causas desencadenantes); y c) intervenciones en la red (modificando las conexiones entre los nodos de la red, esto es, síntoma-síntoma). Por ejemplo, ante un paciente con un trastorno del espectro psicótico, se puede pensar en realizar una intervención familiar para modificar las pautas de comunicación, eliminar el consumo de sustancias, y/o trabajar con técnicas cog-

nitivo-conductuales que permitan afrontar los delirios de persecución para que reduzcan las experiencias alucinatorias asociadas. Como puede vislumbrar el lector, todas ellas cuestiones sumamente relevantes para la práctica clínica.

UN EJEMPLO DE ANÁLISIS DE REDES EN PERSONALIDAD

En este apartado se presenta, brevemente y a modo de ejemplo, un análisis de red en personalidad, en concreto para analizar los cinco grandes factores de la personalidad (Extraversión -E, *Extraversion*-; Responsabilidad -C, *Conscientiousness*-, Apertura a la experiencia, -O *Openness*-; Amabilidad -A, *Agreeableness*-; Neuroticismo, -N, *Neuroticism*) evaluados con 25 ítems (ver apéndice). Cada una de estas dimensiones se valora con cinco ítems. Se utilizó una muestra de 2800 participantes ($M=28,8$ años, $DT=11,1$ años) que se encuentra disponible en el paquete "psych" (Revelle, 2015) del entorno R (R Core Team, 2016). La red fue estimada mediante el *Qgraph* (Epskamp et al., 2012). La red estimada es ponderada y no dirigida. Se utilizó el algoritmo G-LASSO. El lector puede encontrar en el apéndice la sintaxis correspondiente.

Los resultados tanto de la red psicológica estimada como de los índices de centralidad se presentan en las Figuras 5 y 6. Se comentó anteriormente que un nodo es central si tiene muchas conexiones y que su centralidad dependía básicamente de la fuerza (*strength*), la cercanía (*closeness*) y la intermediación (*betweeness*). En la Figura 6 se presentan los valores estandarizados referidos a estos tres parámetros. Los índices se encuentran todos en la misma escala de medida, están estandarizados, aspecto que permite la comparación entre ellos. Como se puede observar, los ítems que tuvieron unos mayores coeficientes de centralidad en fuerza (*strength*) fueron el C4 ("Hacer las cosas a mitad de camino") y C2 ("Continuar hasta que todo esté perfecto"). En cercanía (*closeness*) fueron los ítems O4 ("Dedicar tiempo a reflexionar sobre las cosas"), E5 ("Tomar el control") y E4 ("Hacer amigos fácilmente"). Y en intermediación (*betweeness*) fueron los ítems N4 ("A menudo te sientes triste"), E4 ("Hacer amigos fácilmente") y C2.

Los ítems de la dimensión Responsabilidad parecen tener las conexiones más fuertes. En este caso la fuerza de centralidad refleja la probabilidad con la que la activa-

Artículo en prensa

ción de unos de estos nodos (ítems/rasgos) le seguirá la activación de otros nodos de la red. Los ítems de la dimensión Extraversión y el ítem 4 de Apertura presentaron una alta centralidad de cercanía indicando que son nodos que pueden predecir bien otros nodos (ítems/rasgos) de la red. Los ítems N4, E4 y C2 presentaron una alta centralidad de intermediación, esto es, son nodos (ítems/rasgos) que con frecuencia están situados entre (en medio de) otros nodos y a través de los cuales pasan los caminos más cortos entre otros nodos de la red.

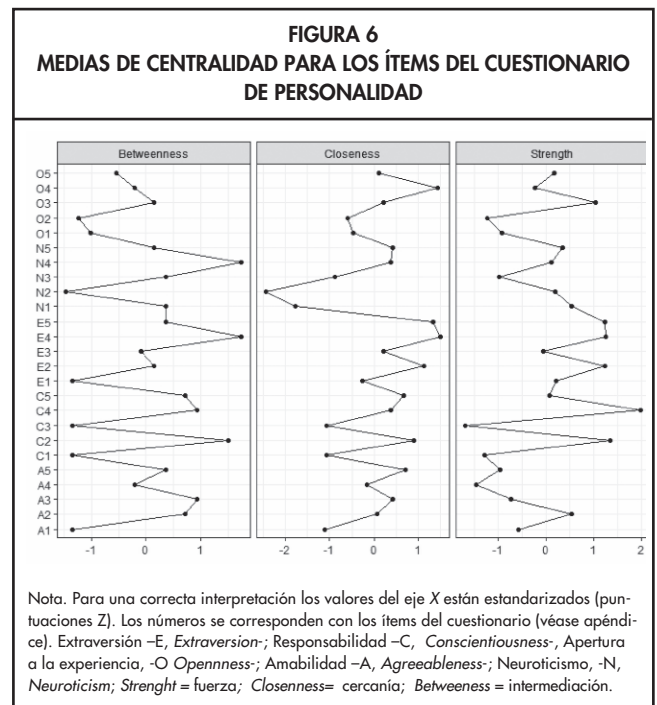
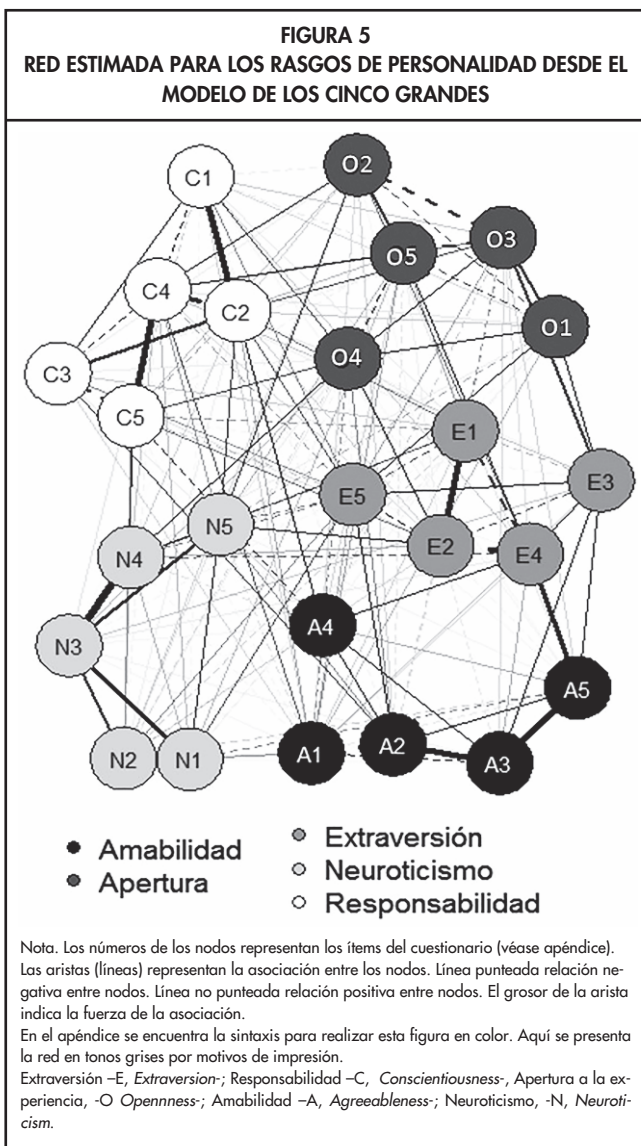
Es digno de mención que para una correcta interpretación de la red el lector no debe centrar únicamente su valoración en una inspección visual. Un problema a evi-

tar en las redes psicológicas es precisamente la sobreinterpretación a la hora de su visualización. Este aspecto se refiere especialmente al diseño y a la colocación de nodos en el grafo, por ejemplo, cuando los nodos de la red se agrupan en un clúster. Sin embargo, el lector tiene que saber que la ubicación del nodo dentro de una red es solo una de las muchas formas igualmente "correctas" de colocar los nodos en la red, es decir, con la misma muestra la situación de los nodos en la red, en una nueva estimación, podría ser diferente. Por ello, hay que ser cauteloso a la hora de realizar una interpretación visual de los nodos y su posición en la red. Aunque no es objeto de este tutorial, para una mejor interpretación de la red psicológica se podrían analizar las comunalidades (Golino y Epskamp, 2017) y/o la predictibilidad (Haslbeck y Fried, 2017).

A partir de estos resultados se puede comprender mejor la relación estructural que se establece entre los cinco grandes rasgos de personalidad, como un sistema complejo de características afectivas, cognitivas y comportamentales.

RECAPITULACIÓN

El propósito de este artículo fue realizar una introducción al análisis de redes psicológicas. En esencia se trató presentar, de forma totalmente didáctica, este fértil acercamiento al profesional de la psicología.



Artículo en prensa

Actualmente, el modelo de redes se presenta en la sociedad como un enfoque prometedor en la forma de conceptualizar la psico(pato)logía (Fried y Cramer, 2017). De hecho, algunos autores creen que el análisis de redes puede transformar en cierta medida el campo de la psicopatología (McNally, 2016). Desde el modelo de redes ni una variable latente subyacente sería la causa de la covarianza de los síntomas, ni los síntomas serían indicadores intercambiables de un trastorno subyacente. En consecuencia, los síntomas no reflejan trastornos mentales subyacentes, son constitutivos de ellos. Por ello, el análisis de redes puede tener un papel relevante en la comprensión de los fenómenos psicopatológicos, soslayando las limitaciones del modelo médico basado en una causa latente común. Además el análisis de redes puede arrojar pistas sobre los mecanismos psicológicos que subyacen al desarrollo y mantenimiento de los problemas de salud mental.

Es esencial incorporar diferentes ópticas y perspectivas que ayuden a repensar, en cierto modo, el comportamiento humano (en sentido amplio). No cabe duda que la comprensión y estudio de la conducta humana es una labor compleja, donde operan una infinita cantidad de variables procedentes de múltiples niveles de análisis (biológico, psicológico y social). En cualquier caso, ayude a cambiar o no el modelo de redes el actual abordaje epistemológico y metodológico de la psicología, en concreto de la psicopatología, al menos este acercamiento se presenta como una nueva aproximación a partir de la cual observar, medir, analizar, comprender e intervenir en los fenómenos psico(pato)lógicos (Fonseca-Pedrero, 2017). En esencia, trata de dar respuesta a ciertos problemas de los que adolece algunas áreas de la psicología actual como pudiera ser superación de la noción de variable latente y supuesta causa subyacente. Obviamente el análisis de redes no se debe ver como algo incompatible con otros acercamientos teóricos y metodológicos, sino como un enfoque complementario. Su correcto uso y su utilidad dependen del objetivo de estudio y de los intereses particulares del clínico o el investigador así como de otros aspectos referidos al buen uso y calidad de los instrumentos de medida (Fonseca-Pedrero y Muñiz, 2016, 2017; Hernández, Ponsoda, Muñiz, Prieto, y Elosua, 2016).

La investigación en análisis de redes se encuentra en estos momentos en su infancia, por lo que es necesario seguir trabajando en la construcción de un modelo científico sólido y refutable e incorporar nuevas evidencias

científicas (Borsboom, 2017). Obviamente, este modelo no está exento de ciertas limitaciones y algunos autores han realizado ciertas reflexiones cautelares (Guloksuz, Pries, y van Os, 2017; Wichers, Wigman, Bringmann, y de Jonge, 2017). Primero, los estudios bajo esta perspectiva llevan un claro coste de tiempo, sobre todo aquellos que realizan seguimientos longitudinales de los participantes. Segundo, todavía los modelos psicométricos de redes no están consolidados y son computacionalmente complicados, incluso para los expertos en la materia. Tercero, se debe distinguir aquellos estudios científicos que permiten un análisis bajo esta perspectiva respecto a los que no, esto es, no todos los trabajos se tienen que ver desde el prisma de redes. Cuarto, el método de redes con su impresionante y elegante tecnología puede ir en detrimento de análisis cualitativos narrativos y clasificaciones prototípicas más que políticas. Quinto, las redes psicológicas suponen y a la vez tienden a homogeneizar los síntomas, cuando los mismos síntomas podrían ser cualitativamente distintos, aspecto que requiere de un análisis fenomenológico (Parnas, 2015; Pérez Álvarez, 2012; Pérez-Álvarez y García Montes, 2018; Sass, 1992). Sexto, no se debe incurrir en una especie de metodologismo, esto es, el método debe estar al servicio de los temas y problemas de la psico(pato)lógica y no a la inversa. Séptimo, se debería contemplar la necesidad de incorporar el error de medición en la estimación de la red.

Muchas líneas de investigación interesantes se abrirán paso en los próximos años. Primero, sería interesante desplazarse hacia modelos de redes multinivel que permitan integrar aquellos estudios que recaban información proveniente de múltiples niveles de análisis, dentro de una estrategia traslacional e interdisciplinar. Segundo, sería conveniente comenzar a analizar el comportamiento desde una perspectiva dinámica (longitudinal), personalizada (individual) y de estadificación (niveles de gravedad) (Fusar-Poli, McGorry, y Kane, 2017; Nelson et al., 2017; van os et al., 2013), incluyendo la posibilidad de diseñar estrategias de diagnóstico, intervención o incluso análisis funcionales del comportamiento. Por ejemplo, se podrían diseñar intervenciones individualizadas en función de la estructura de red estimada y conectividad de los signos y síntomas. Cuarto, sería interesante hacer programas y paquetes estadísticos más sencillos y "amigables" que pudieran ser usados por el profesional de la psicología, aspecto que permitiría, en-

Artículo en prensa

tre otros, el establecimiento de relaciones entre síntomas a la escala en la que trabaja el clínico.

El modelo de redes representa un avance en el abordaje, comprensión y medición de los fenómenos psicológicos. Como no puede ser de otro modo, futuros estudios determinarán la verdadera utilidad y calado del modelo de redes en psicología. Sea como fuere, el camino por recorrer es cuanto menos apasionante.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere agradecer los comentarios realizados por los profesores Alicia Pérez de Albéniz, José Muñoz y Marino Pérez a una versión preliminar de este trabajo.

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (MICINN) (referencia PSI2014-56114-P), por el Instituto Carlos III, Centro de Investigación Biomédica en Red de Salud Mental (CIBERSAM) y por la Convocatoria 2015 de Ayudas Fundación BBVA a Investigadores y Creadores Culturales.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe conflicto de intereses en el contenido del artículo.

REFERENCIAS

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (5th ed.)*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., y Labianca, G. (2009). Network Analysis in the Social Sciences. *Science*, 323(April), 892–896.
- Borsboom, D. (2017). A network theory of mental disorders. *World Psychiatry*, 16, 5–13.
- Borsboom, D., y Cramer, A. O. (2013). Network analysis: an integrative approach to the structure of psychopathology. *Annual Review of Clinical Psychology*, 9, 91–121.
- Boschloo, L., Schoevers, R. A., van Borkulo, C. D., Borsboom, D., y Oldehinkel, A. J. (2016). The network structure of psychopathology in a community sample of preadolescents. *Journal of Abnormal Psychology*, 125(4), 599–606.
- Boschloo, L., van Borkulo, C. D., Rhemtulla, M., Keyes, K. M., Borsboom, D., y Schoevers, R. A. (2015). The network structure of symptoms of the diagnostic and statistical manual of mental disorders. *PLoS One*, 10(9), e0137621.
- Bringmann, L. F., Lemmens, L. H. J. M., Huibers, M. J. H., Borsboom, D., y Tuerlinckx, F. (2015). Revealing the dynamic network structure of the Beck Depression Inventory-II. *Psychological Medicine*, 45, 747–57.
- Costantini, G., Epskamp, S., Borsboom, D., Perugini, M., Möttus, R., Waldorp, L. J., y Cramer, A. O. J. (2015). State of the art personality research: A tutorial on network analysis of personality data in R. *Journal of Research in Personality*, 54, 13–29.
- Costantini, G., Richetin, J., Preti, E., Casini, E., Epskamp, S., y Perugini, M. (2017). Stability and variability of personality networks. A tutorial on recent developments in network psychometrics. *Personality and Individual Differences*. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.06.011>.
- Cramer, A. O. J., van Borkulo, C. D., Giltay, E. J., van der Maas, H. L. J., Kendler, K. S., Scheffer, M., y Borsboom, D. (2016). Major depression as a complex dynamic system. *Plos One*, 11(12), e0167490.
- Cramer, A. O. J., Waldorp, L. J., van der Maas, H. L. J., y Borsboom, D. (2010). Comorbidity: a network perspective. *The Behavioral and Brain Sciences*, 33(2–3), 137–193.
- Elosua, P. (2009). ¿Existe vida más allá del SPSS? Descubre R. *Psicothema*, 21(4), 652–655.
- Epskamp, S., Borsboom, D., y Fried, E. I. (2017). Estimating psychological networks and their accuracy: a tutorial paper. *Behavior Research Methods*, 1–34.
- Epskamp, S., Cramer, A. O. J., Waldorp, L. J., Schmittmann, V. D., y Borsboom, D. (2012). qgraph: Network visualizations of relationships in psychometric data. *Journal of Statistical Software*, 48(4), 1–18.
- Epskamp, S., Kruis, J., y Marsman, M. (2017). Estimating psychopathological networks: Be careful what you wish for. *PLoS ONE*, 12(6).
- Epskamp, S., Maris, G., Waldorp, L. J., y Borsboom, D. (en prensa). Network psychometrics. En P. Irving, D. Hughes, y T. Booth (Eds.), *Handbook of Psychometrics*. New York, NY: Wiley.
- Field, A., Miles, J., y Field, Z. (2012). *Discovering Statistics Using R*. London: SAGE.
- Fonseca-Pedrero, E. (2017). Análisis de redes: ¿una nueva forma de comprender la psicopatología? *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*, 10, 206–215.
- Fonseca-Pedrero, E. (Coordinador) (2018). *Evaluación de los trastornos del espectro psicótico*. Madrid: Pirámide.
- Fonseca-Pedrero, E., y Muñoz, J. (2016). Advances in psychological assessment. *Papeles del Psicólogo*, 37, 1–2.

Artículo en prensa

- Fonseca-Pedrero, E., y Muñiz, J. (2017). Quinta evaluación de tests editados en España: mirando hacia atrás, construyendo el futuro. *Papeles del Psicólogo*, 38, 161–168.
- Fried, E., y Cramer, A. (2017). Moving forward: challenges and directions for psychopathological network theory and methodology. *Perspectives on Psychological Science*, doi: 10.1177/1745691617705892.
- Fried, E. I., van Borkulo, C. D., Cramer, A. O. J., Boschloo, L., Schoevers, R. A., y Borsboom, D. (2016). Mental disorders as networks of problems: a review of recent insights. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 58(12), 7250–7257.
- Fried, E. I., van Borkulo, C. D., Epskamp, S., Schoevers, R. A., Tuerlinckx, F., y Borsboom, D. (2016). Measuring depression over time . . . Or not? Lack of unidimensionality and longitudinal measurement invariance in four common rating scales of depression. *Psychological Assessment*, 28, 1354–1367.
- Fusar-Poli, P., McGorry, P.D., y Kane, J.M. (2017). Improving outcomes of first-episode psychosis: an overview. *World Psychiatry*, 16, 251–265.
- Golino, H. F., y Epskamp, S. (2017). Exploratory graph analysis: A new approach for estimating the number of dimensions in psychological research. *PLoS ONE*, 12(6).
- Guloksuz, S., Pries, L.-K., y van Os, J. (2017). Application of network methods for understanding mental disorders: pitfalls and promise. *Psychological Medicine*, 5, 1–10. doi: 10.1017/S0033291717001350.
- Haslbeck, J. M. B., y Fried, E. I. (2017). How predictable are symptoms in psychopathological networks? a reanalysis of 17 published datasets. *Psychological Medicine*, 19, 1–10. doi: 10.1017/S0033291717001258
- Hernández, A., Ponsoda, V., Muñiz, J., Prieto, G., y Elosua, P. (2016). Revisión del modelo para evaluar la calidad de los tests utilizados en España. *Papeles del Psicólogo*, 37, 161–168.
- Insel, T., Cuthbert, B., Garvey, M., Heinssen, R., Pine, D. S., Quinn, K., ... Wang, P. (2010). Research domain criteria (RDoC): toward a new classification framework for research on mental disorders. *The American Journal of Psychiatry*, 167(7), 748–751.
- Isvoranu, A.-M., Borsboom, D., van Os, J., y Guloksuz, S. (2016). A network approach to environmental impact in psychotic disorder: brief theoretical framework. *Schizophrenia Bulletin*, 42(4), 870–873.
- Isvoranu, A. M., van Borkulo, C. D., Boyette, L. L., Wigman, J. T. W., Vinkers, C. H., y Borsboom, D. (2017). A Network approach to psychosis: pathways between childhood trauma and psychotic symptoms. *Schizophrenia Bulletin*, 43, 187–196.
- Klippel, A., Viechtbauer, W., Reininghaus, U., Wigman, J. T., van Borkulo, C., MERGE, ... Wichers, M. (2017). The cascade of stress: a network approach to explore differential dynamics in populations varying in risk for psychosis. *Schizophrenia Bulletin*, doi:10.1093/schbul/sbx037.
- Kossakowski, J. J., Epskamp, S., Kieffer, J. M., van Borkulo, C. D., Rhemtulla, M., y Borsboom, D. (2016). The application of a network approach to health-related quality of life: introducing a new method for assessing HRQoL in healthy adults and cancer patients. *Quality of Life Research*, 25, 781–792.
- Levine, S. Z., y Leucht, S. (2016). Identifying a system of predominant negative symptoms: Network analysis of three randomized clinical trials. *Schizophrenia Research*, 178, 17–22
- Maas, H. Van Der, Kan, K., Marsman, M., y Stevenson, C. E. (2017). Network models for cognitive development and intelligence. *Journal of Intelligence*, 5, 16; doi:10.3390/jintelligence5020016.
- McGorry, P., y van Os, J. (2013). Redeeming diagnosis in psychiatry: timing versus specificity. *Lancet*, 381, 343–345.
- McNally, R. J. (2016). Can network analysis transform psychopathology? *Behaviour Research and Therapy*, 86, 95–104.
- McNally, R. J., Robinaugh, D. J., Wu, G. W. Y., Wang, L., Deserno, M. K., Borsboom, D., ... Borsboom, D. (2014). Mental disorders as causal systems: a network approach to posttraumatic stress disorder. *Clinical Psychological Science*, 3(6), 1–14.
- Nelson, B., McGorry, P. D., Wichers, M., Wigman, J. T. W., y Hartmann, J. A. (2017). Moving from static to dynamic models of the onset of mental disorder. *JAMA Psychiatry*, 74, 528–534.
- Newman, M. E. J. (2010). *Networks: An Introduction*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Parnas, J. (2015). Differential diagnosis and current polythetic classification. *World Psychiatry*, 14, 284–287.
- Pérez Álvarez, M. (2012). *Las raíces de la psicopatología moderna: La melancolía y la esquizofrenia*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Artículo en prensa

- Pérez Álvarez, M. y García Montes, J. (2018). Evaluación fenomenológica más allá de los síntomas, En E. Fonseca-Pedrero (Coordinador). *Evaluación de los trastornos del espectro psicótico*. Madrid: Pirámide.
- R Core Team (2016). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria.
- Revelle, W. (2015). Package "psych" - Procedures for Psychological, Psychometric and Personality Research. *R Package*, 1–358. Retrieved from <http://personality-project.org/r/psych-manual.pdf>
- Rhemtulla, M., Fried, E. I., Aggen, S. H., Tuerlinckx, F., Kendler, K. S., y Borsboom, D. (2016). Network analysis of substance abuse and dependence symptoms. *Drug and Alcohol Dependence*, 161, 230–237.
- Ruiz-Ruano, A. M., y Puga, J. L. (2016). R como entorno para el análisis estadístico en evaluación psicológica. *Papeles del Psicólogo*, 37, 74–79.
- Santos Jr, H., Fried, E. I., Asafu-Adjei, J., y Ruiz, R. J. (2017). Network structure of perinatal depressive symptoms in latinas: relationship to stress and reproductive biomarkers. *Research in Nursing & Health*, 40, 218–228.
- Sass, L.A. (1992). *Madness and modernism. Insanity in the light of modern art, literature, and thought*. Harvard University Press.
- Schmittmann, V. D., Cramer, A. O. J., Waldorp, L. J., Epskamp, S., Kievit, R. A., y Borsboom, D. (2013). Deconstructing the construct: A network perspective on psychological phenomena. *New Ideas in Psychology*, 31(1), 43–53.
- Tio, P., Epskamp, S., Noordhof, A., y Borsboom, D. (2016). Mapping the manuals of madness: Comparing the ICD-10 and DSM-IV-TR using a network approach. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 25, 267–276.
- van Os, J., Delespaul, P., Wigman, J., Myin-Germeys, I., Wichers, M., (2013). Beyond DSM and ICD: introducing "precision diagnosis" for psychiatry using momentary assessment technology. *World Psychiatry*, 12, 113–117.
- Wichers, M., Wigman, J. T. W., Bringmann, L. F., y de Jonge, P. (2017). Mental disorders as networks: some cautionary reflections on a promising approach. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 52(2), 143–145.
- Wigman, J. T. W., Collip, D., Wichers, M., Delespaul, P., Derom, C., Thiery, E., ... van Os, J. (2013). Altered transfer of momentary mental states (atoms) as the basic unit of psychosis liability in interaction with environment and emotions. *PLoS ONE*, 8(2).

Apéndice

Figura 2

[http://ncase.me/loopy/v1.1/?data=\[\[1,547,236,1,%22Malestar%22,4\],\[2,315,338,1,%22Insomnio%22,5\],\[3,535,487,1,%22Suspiciacia%22,0\],\[4,874,357,1,%22Alucinaciones%22,1\],\[5,698,358,1,%22Ideas%22,2\],\[6,1107,351,1,%22Discapacidad%22,3\],\[7,777,173,0.33,%22Rendimiento%22,1\]\],\[\[2,1,94,1,0\],\[1,2,89,1,0\],\[2,3,-55,1,0\],\[1,-5,-4,1,0\],\[3,5,-25,1,0\],\[3,1,-59,1,0\],\[5,4,56,1,0\],\[4,5,48,1,0\],\[4,6,54,1,0\],\[6,4,48,1,0\],\[1,3,-49,1,0\],\[1,7,46,1,0\],\[1,7,-27,1,0\],\[7,5,-49,1,0\],\[5,7,-22,1,0\]\],\[\[1236,423,%22a%22\]\],7%5D](http://ncase.me/loopy/v1.1/?data=[[1,547,236,1,%22Malestar%22,4],[2,315,338,1,%22Insomnio%22,5],[3,535,487,1,%22Suspiciacia%22,0],[4,874,357,1,%22Alucinaciones%22,1],[5,698,358,1,%22Ideas%22,2],[6,1107,351,1,%22Discapacidad%22,3],[7,777,173,0.33,%22Rendimiento%22,1]],[[2,1,94,1,0],[1,2,89,1,0],[2,3,-55,1,0],[1,-5,-4,1,0],[3,5,-25,1,0],[3,1,-59,1,0],[5,4,56,1,0],[4,5,48,1,0],[4,6,54,1,0],[6,4,48,1,0],[1,3,-49,1,0],[1,7,46,1,0],[1,7,-27,1,0],[7,5,-49,1,0],[5,7,-22,1,0]],[[1236,423,%22a%22]],7%5D)

Contenido de los 25 ítems utilizados

(disponible en: <https://www.personality-project.org/r/html/bfi.html>)

Afabilidad

- A1. Ser indiferente a los sentimientos de los demás.
- A2. Investigar sobre el bienestar de los demás.
- A3. Saber cómo consolar a los demás.
- A4. Amar a los niños.
- A5. Hacer que la gente se sienta a gusto.

Responsabilidad (Conscientiousness)

- C1. Ser exigente en mi trabajo.
- C2. Continuar hasta que todo esté perfecto.
- C3. Hacer las cosas de acuerdo a un plan.
- C4. Hacer las cosas a mitad de camino.
- C5. Perder el tiempo.

Extraversión

- E1. No hablar mucho.
- E2. Encontrar difícil acercarse a los demás.
- E3. Saber cómo cautivar a la gente.
- E4. Hacer amigos fácilmente.
- E5. Tomar el control.

Neuroticismo

- N1. Enojarse fácilmente.
- N2. Irritarse fácilmente.
- N3. Tener cambios de humor frecuentes.
- N4. A menudo te sientes triste.
- N5. Asustarse fácilmente.

Artículo en prensa

Apéndice (Continuación)

Apertura a la experiencia (Openness)

- O1. Estar lleno de ideas.
- O2. Evitar el material de lectura difícil.
- O3. Llevar la conversación a un nivel superior.
- O4. Dedicar tiempo a reflexionar sobre las cosas.
- O5. No profundizar en un tema.

Agreeableness

- A1. Am indifferent to the feelings of others.
- A2. Inquire about others' well-being.
- A3. Know how to comfort others.
- A4. Love children.
- A5. Make people feel at ease.

Conscientiousness

- C1. Am exacting in my work.
- C2. Continue until everything is perfect.
- C3. Do things according to a plan.
- C4. Do things in a half-way manner.
- C5. Waste my time.

Extraversion

- E1. Don't talk a lot.
- E2. Find it difficult to approach others.
- E3. Know how to captivate people.
- E4. Make friends easily.
- E5. Take charge.

Neuroticism

- N1. Get angry easily.
- N2. Get irritated easily.
- N3. Have frequent mood swings.
- N4. Often feel blue.
- N5. Panic easily.

Openness

- O1. Am full of ideas.
- O2. Avoid difficult reading material.
- O3. Carry the conversation to a higher level.
- O4. Spend time reflecting on things.
- O5. Will not probe deeply into a subject.

Sintaxis en R.

Instalar R: <https://cran.r-project.org/mirrors.html>
 Se puede consultar: <http://sachaepskamp.com/files/Cookbook.html>

```
install.packages("qgraph") # instalar el programa qgraph
```

```
mat2 <- matrix(c(
  0, 0.3, 0, -0.3, 0.2, 0.3,
  0.3, 0, -0.9, 0, 0, 0,
  0, -0.9, 0, 0.8, 0, 0,
  -0.3, 0, 0.8, 0, -0.3, 0,
  0.2, 0, 0, -0.3, 0, 0,
  0.3, 0, 0, 0, 0, 0), ncol = 6, nrow = 6, byrow = TRUE)
qgraph(mat2, edge.labels = TRUE, esize = 10, labels = LETTERS[1:6], fade = FALSE) # matriz para representar la Figura 1 del artículo.
```

```
library("psych") # instalar el programa psych
data(bfi) # cargar la base de datos llamada "bfi"
view(bfi) # ver la base de datos "bfi"
summary(bfi) # computer mínimo, máximo, rango, media, etc. de los datos "bfi"
dim(bfi) # número de variables y casos de la base "bfi"
names(bfi) # Nombres de las variables en la base "bfi"
describe(bfi) # Estadísticos descriptivos de la base "bfi"
```

```
bfiSub <- bfi[,1:25] # selección de los primeros 25 ítems
```

```
corMat <- cor_auto(bfiSub) # computar la correlación entre las variables de la base, 25 ítems de naturaleza ordinal
```

```
Groups <- c(rep("Amabilidad",5),rep("Responsabilidad",5),rep("Extraversión",5),rep("Neuroticismo",5),rep("Apertura",5)) # generar grupos de ítems que se corresponden con las cinco dimensiones, cada dimensión contiene 5 ítems
```

```
Graph_lasso <- qgraph(corMat, graph = "glasso", layout = "spring", tuning = 0.25, sampleSize = nrow(bfiSub), theme = "gray", groups = Groups) # estimar la red con 25 ítem y 5 dimensiones con el método GLASSO, colores grises, Figura 5 del trabajo.
```

```
Graph_lasso <- qgraph(corMat, graph = "glasso", layout = "spring", tuning = 0.25, sampleSize = nrow(bfiSub), groups = Groups, palette = "colorblind") # estimar la red con 25 ítem y 5 dimensiones con el método GLASSO, Figura 5 del trabajo en color.
```

```
centralityPlot(Graph_lasso) # estimar los índices de centralidad, Figura 6 del trabajo
```