



ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Una alternativa de análisis de redes en la exploración de los estados de salud mental, condiciones crónicas y COVID-19

Cristian Ramos-Vera¹, Lupe García-Ampudia², Antonio Serpa-Barrientos²

¹ Sociedad Peruana de Psicometría. Psicólogo Investigador. Lima, Perú.

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Docente de Psicología. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

INFORMACIÓN ARTÍCULO

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Comorbilidad;
COVID-19;
Diagnóstico;
Métodos;
Salud Mental;
Signos y Síntomas

KEYWORDS

Comorbidity;
COVID-19;
Diagnosis;
Mental health;
Methods;
Signs and Symptoms

Recibido: septiembre 14 de 2021

Aceptado: diciembre 16 de 2021

Correspondencia:

Cristian Ramos-Vera;
crystony_777@hotmail.com

Cómo citar: Ramos-Vera C, García-Ampudia, Serpa-Barrientos A. Una alternativa de análisis de redes en la exploración de los estados de salud mental, condiciones crónicas y COVID-19. *Iatreia*. 2022 Jul-Sep;35(3):321-30. DOI 10.17533/udea.iatreia.161.

El análisis de redes es una técnica estadística gráfica que permite visualizar e interpretar intuitivamente asociaciones entre síntomas y múltiples variables vinculadas al funcionamiento y espectro de diversas condiciones de salud. Siendo de relevancia clínica en el contexto actual de la pandemia de COVID-19, y ante su poca difusión en Sudamérica, se tuvo como objetivo un análisis narrativo de este modelo de red durante la pandemia.

Se realizó una revisión narrativa de los estudios empíricos publicados desde mayo de 2020 a julio de 2021 en la base de datos de PubMed y ScienceDirect. Se seleccionaron las investigaciones que utilizaron redes psicométricas de correlación parcial en participantes evaluados durante la pandemia de COVID-19. Esta revisión reporta 13 estudios de red que utilizaron mayormente síntomas relacionados a la ansiedad (7 estudios), depresión (6 estudios) y estrés (6 estudios).

La información resultante se agrupa en 3 grupos (publicaciones en revistas de psiquiatría, ciencias psicológicas, medicina y afines). La revisión presentada refiere que este análisis de red permite una nueva forma de identificar aspectos clínicos importantes como la comorbilidad, concurrencia de los síntomas y medidas no sintomatológicas, agrupaciones de síntomas con otras variables de naturaleza latente u observable que comparten una causa común, la exploración de nuevas hipótesis clínicas holísticas con variables epidemiológicas, psicológicas, biomédicas y contextuales de mayor interés, como la comparación de sistemas de asociación causal de variables de múltiples niveles en el proceso psicobiológico y sus factores de riesgo y protección en varios periodos de tiempo.

SUMMARY

An alternative network analysis in the exploration of mental health states, chronic conditions and COVID-19

Network analysis is a graphical statistical technique that allows visualizing and intuitively interpreting the spectrum of various health conditions,

being of clinical relevance in the current context of the COVID-19 pandemic. Given its limited dissemination in South America, we aimed at a narrative analysis of this network model during the pandemic.

A narrative review of empirical studies published from May 2020 to July 2021 in the PubMed and ScienceDirect database was performed. We selected research that used partial correlation psychometric networks in participants assessed during the COVID-19 pandemic. This review reports 13 network studies that used mostly symptoms related to anxiety (7 studies), depression (6 studies) and stress (6 studies).

The resulting information is grouped into 3 clusters (publications in psychiatry, psychological sciences, medicine and related journals). The presented review refers that this network analysis allows a new way of identifying important clinical aspects such as comorbidity, concurrence of symptoms and non-symptomatologic measures, groupings of symptoms with other variables of latent or observable nature that share a major common cause, the exploration of new holistic clinical hypotheses with epidemiological, psychological, biomedical and contextual variables of major current interest such as the comparison of causal association systems of multilevel variables in the psychobiological process, and their risk and protective factors in various time periods.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad mental es uno de los problemas más urgentes ante el contexto pandémico actual, dadas las repercusiones en el ámbito sanitario, social y económico. El aumento de la comorbilidad indica que las personas con enfermedades mentales comunes tienen un mayor riesgo de desarrollar una enfermedad física y a la inversa, aquellos con una condición física crónica refieren mayor vulnerabilidad psicológica (1), especialmente dado la complejidad ontológica de los fenómenos psiquiátricos, conceptualizados como el resultado de una interacción dinámica entre variables biológicas, psicológicas y sociales (1,2).

El planteamiento de nuevas cuestiones sobre los efectos psicológicos y fisiológicos a consecuencia de la pandemia requieren nuevas recomendaciones para su abordaje clínico, a partir de los resultados sanitarios.

Por tanto, se urge fomentar y difundir alternativas metodológicas que permitan evaluar las asociaciones entre todas las variables de estudio de manera simultánea, considerando los factores etiológicos más característicos en los estados de salud de mayor riesgo ante el contexto pandémico. Por ejemplo, la diabetes mellitus (DM) y el COVID-19 refieren relaciones bidireccionales, cuya naturaleza compleja indica que la DM aumenta las complicaciones graves por COVID-19, pero también se ha evidenciado que la infección por COVID-19 conduce a la aparición de una nueva variante de DM (3), siendo importante la evaluación simultánea de la relación entre los componentes fisiopatológicos y sus moduladores. Hasta la fecha, la mayoría de artículos de red de relaciones estadísticas en el ámbito clínico se han enfocado al campo de la psiquiatría y la psicológica clínica; sin embargo, más recientemente se han extendido a otras áreas relacionadas a la geriatría, nutrición y enfermedades crónicas (1).

Características del modelo de red y su implicancia en las dinámicas de salud y el contexto pandémico

Durante la última década en el ámbito clínico ha surgido una variante de red: el análisis de redes de correlaciones estadísticas. En este modelo las asociaciones son totales o parciales que conectan a los nodos (variables) y estructuran el modelo dinámico (2), el cual está basado en gráficos probabilísticos no direccionales. La mayoría de estudios utilizan relaciones parciales, dado que permiten derivar hipótesis sobre las relaciones causales sin necesidad de hacer suposiciones explícitas sobre qué variables son causa y cuáles son efecto (2,4).

Existen dos formas principales de estimar modelos de redes de correlación parcial. La primera es simplemente calcular las correlaciones parciales para todas las variables del modelo y eliminar los bordes de aquellas correlaciones que no son significativas. Sin embargo, este tipo de práctica es sensible a los falsos positivos. Por esta razón, ha sido más común utilizar una red de correlaciones parciales regularizadas mediante el estimador *LASSO*, que minimiza la probabilidad de mantener relaciones espurias (2,4).

El uso de correlaciones parciales es particularmente interesante porque tales medidas pueden interpretarse como relaciones de causalidad entre variables,

dado que la conexión entre dos variables en la red no puede ser explicada por otros elementos del sistema. Además, la representación gráfica facilita la interpretación de manera sencilla: mientras más gruesa sea la conexión entre las variables, mayor será la relación estadística (2,4).

El uso de modelos de red no sólo permite abordar de manera conjunta las relaciones entre variables según los datos, sino que también es, de hecho, una propuesta distinta sobre cómo pensar teorías en el ámbito clínico, donde los fenómenos psicológicos requieren mayor importancia e inclusión ante el contexto de la pandemia. Además, los análisis de redes han sido fundamentales para que los investigadores trabajen con fuentes de datos más diversas (por ejemplo, datos genéticos, neurológicos, fisiológicos, conductuales, entre otros) y busquen formas de teorizar que sean más completas en relación al fenómeno clínico de estudio (1,5).

Este modelo de red favorece la evaluación dinámica de múltiples aspectos de salud y su condición comórbida, así como la interacción entre sus factores etiológicos y moduladores, pues es posible considerar a partir de los sistemas complejos los diferentes aspectos clínicos afines como la comorbilidad (6), la relevancia clínica de determinados síntomas y signos, la comprensión de mecanismos causales, así como los factores de riesgo y de protección (1).

Por ejemplo, un estudio de red en adultos mayores brasileños incluyó diversas condiciones clínicas como diabetes, osteoporosis, incontinencia urinaria, además de medidas fisiológicas, antropométricas y neuropsiquiátricas como la depresión y fragilidad (7). Otra investigación de red en Singapur evaluó las relaciones entre condiciones crónicas de salud como la diabetes, hipertensión, asma, problemas de espalda, migrañas, tabaquismo, así como la calidad de vida, el estado de salud física y mental y variables psiquiátricas como la ansiedad, depresión y psicosis (8).

Los gráficos gaussianos de red permiten estimar los elementos más centrales como los altos índices de centralidad de fuerza (suma del número y magnitud de las conexiones) y predictibilidad (estimación de la medida en que un nodo es determinado por los asociaciones de los demás nodos de la red) que reflejan una mayor implicancia clínica en la muestra de

estudio, pues permiten explicar los vínculos fisiopatológicos esenciales que exacerbaban el funcionamiento de las diversas condiciones clínicas comórbidas ante el impacto negativo de COVID-19 (7,8). Aquellos elementos afectan las interacciones de los demás componentes concomitantes; es decir, una mayor medida de estos elementos más esenciales aumenta la probabilidad de fortalecer las demás relaciones y, viceversa, su disminución o una menor medida permite plantear la hipótesis de que las conexiones de red se debiliten o desaparezcan y genere el colapso global de la red (2). Esto es esencial en la planificación y el desarrollo personalizado de intervenciones clínicas según los resultados, dado que las variables más centrales influyen directamente en la estructura asociativa de la red de mayor vulnerabilidad psicológica, donde pueden afectar los síntomas físicos y las condiciones crónicas y pueden ser útiles para el desarrollo de tratamientos más eficaces. Por tanto, esta revisión tiene como objetivo sintetizar la evidencia disponible del análisis de redes durante la pandemia de COVID-19, indicar algunos de sus beneficios y resaltar las oportunidades prometedoras ante el impacto de la pandemia en las dinámicas de la salud, mediante la representación de sistemas de red multivariante de relaciones parciales basado en la teoría de grafos y la psicometría.

METODOLOGÍA

Se realizó una síntesis de la información disponible mediante una revisión narrativa de la literatura. De esta manera, se exploró de forma global y descriptiva los estudios de red multivariante de correlaciones parciales durante el contexto pandémico.

Se realizó una búsqueda estructurada de artículos en las bases de datos Pubmed y ScienceDirect durante agosto del 2021. En la estrategia de búsqueda se consideró los descriptores del Medical Subjects Headings (MeSH) y los términos [tiab] o [Title/Abstract] unidos a los "entry terms" o MeSH que permiten localizar estos términos en el título y el resumen de los artículos. Las palabras y la estrategia de búsqueda fueron: (Network analysis [Tiab] AND COVID-19 AND symptoms psychological) en la base de datos de Pubmed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) y los términos en español en ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>). Los artículos seleccionados para la revisión narrativa

debían cumplir los siguientes criterios de inclusión: estudios sobre análisis de redes que incluyan síntomas psicológicos, publicados en inglés o español y en cualquier país.

Se excluyeron revisiones de la literatura, artículos de reflexión y estudios realizados con otras variantes de red. Se evaluaron títulos y resúmenes. Los artículos fueron seleccionados por uno de los investigadores de manera independiente, los cuales hacían referencia al estado del arte de la variante de red con participantes evaluados durante la pandemia (antes de agosto de 2021).

RESULTADOS

En ambas bases de datos se encontraron en total 30 artículos según la estrategia de búsqueda, se incluyeron 10 artículos de red que utilizaron síntomas psicológicos de Pubmed (de 11 artículos encontrados) y 3 artículos en español de ScienceDirect (de 19 artículos encontrados). Nueve de los trabajos de red solo incluyeron variables de síntomas de encuestas de salud mental (variables observables), dos artículos incluyeron solamente variables latentes (representados por la suma de un conjunto de variables observadas que comparten una causa subyacente común) y otros dos presentaron ambos tipos de variables.

Tres de las investigaciones incluyeron variables contextuales y clínicas propuestas como consecuencias de la pandemia. Cuatro de los trabajos revisados tuvieron como objetivo reportar las diferencias de red entre grupos categóricos o durante dos o más periodos de tiempo. La mayoría de artículos fueron realizados en Europa y Asia (5 y 4 estudios respectivamente), seguido por Sudamérica (3 estudios) y Norteamérica (1 estudio). La mayoría de estudios incluyó síntomas de ansiedad (7 estudios), depresión (6 estudios) y estrés (6 estudios). La información resultante se agrupa en 3 grupos (publicaciones en revistas de psiquiatría, ciencias psicológicas, medicina y afines). Estos resultados se presentan a continuación.

Análisis de red en revistas de Psiquiatría

El estudio publicado más reciente de red comprendió 2868 padres de familia en Europa, quienes

completaron encuestas de salud mental durante la pandemia; primeramente, se representó la red de relación de síntomas depresivos y de estrés, y una segunda red donde se agregó variables conductuales de mayor riesgo a la depresión y estrés (9). Se encontró que el sentimiento de inutilidad fue la variable de mayor influencia esperada en la red de tales síntomas y era nexo entre la sintomatología depresiva y de estrés parental. La preocupación y la rumia estuvieron más conectados con los síntomas depresivos, mientras la autocrítica favoreció las relaciones de ambos dominios psicológicos en la red.

Otro artículo de red incluyó a 318 trabajadores de clínicas de Psiquiatría Forense de Bélgica y Holanda, se evaluó durante la pandemia las relaciones dinámicas de la resiliencia, bienestar psicológico, sintomatología de estrés relacionado con el trabajo y miedo al COVID-19 (10). Se encontró mayor relación negativa entre el síntoma somático de problemas de sueño y el bienestar psicológico, esta última medida reportó mayor asociación positiva con la resiliencia. Los elementos más centrales y estables fueron los reactivos del miedo al COVID-19 relacionado a los temblores y la ansiedad con las personas que tosen.

Otros dos hallazgos de red fueron realizados con participantes chinos donde se evaluaron 2 estudios de red, el primer artículo analizó 6 sistemas de red de los síntomas de ansiedad, depresión y calidad de sueño antes y durante la pandemia de COVID-19 (11). Los resultados de centralidad refieren que durante la pandemia los síntomas más centrales fueron las dificultades psicomotoras, el nerviosismo y mayor frecuencia de uso de medicamentos. Con respecto a los resultados de diferencias de red, se encontró que la conectividad global entre los síntomas fue significativamente mayor durante la pandemia de COVID-19. Con respecto a la otra investigación, fueron evaluados dos redes de síntomas de ansiedad y depresión durante el inicio del brote de COVID-19 y posterior al umbral de contagio, donde se encontró que las dificultades psicomotoras y la pérdida de energía fueron los indicadores más centrales en ambos sistemas (12). Las relaciones entre estos síntomas fueron significativamente menores después del umbral de COVID-19. Además, estas medidas centrales estuvieron más asociadas con los problemas de sueño y el estado deprimido durante el brote de COVID-19. Por otro lado, se presentaron

tres artículos de red en el contexto sudamericano publicados en la Revista Colombiana de Psiquiatría que evaluaron la sintomatología del miedo, ansiedad por la muerte, obsesión, estigma-discriminación y ansiedad por COVID-19 en adultos peruanos (13-15).

Análisis de red en revistas relacionadas a la Psicología

Varios estudios de red han considerado evaluar hipótesis de relaciones dinámicas en dos tiempos distintos, como en dos estudios europeos. El primer artículo de red analizó las relaciones de red de ansiedad, depresión y estrés traumático en dos olas (23 al 28 de marzo de 2020 y 22 de abril al 1 de mayo de 2020), donde se presentó mayor centralidad en los reactivos de pérdida de control, preocupación excesiva y dificultad para relajarse en ambos tiempos y tuvieron mayor varianza explicada por las demás relaciones de red (16). Este estudio también consideró otras variables consecuentes a la pandemia como el riesgo de infección percibida presente y futura, pérdida de ingresos y la preocupación financiera. El análisis de agrupación de síntomas reveló que durante la segunda ola pandémica la sintomatología depresiva y ansiosa presentaron mayor asociación causal subyacente en comparación a otros variables de la red, en este sistema se presentaron síntomas de angustia psicológica con mayor conexión, además también estuvieron más fuertemente asociados los síntomas de la ansiedad y la infección percibida por COVID-19.

La otra investigación de red evaluó las medidas de depresión, ansiedad, estrés, miedo al COVID-19, regulación emocional, apoyo emocional percibido e intolerancia a la incertidumbre en dos olas (7 al 24 de abril de 2020 y 18 al 31 de mayo de 2020), los resultados de red refieren mayor centralidad del estrés y depresión en ambos tiempos (17) que refieren mayor vulnerabilidad psicológica e impacto negativo en las demás variables que son protectoras de la salud mental.

En el contexto chino se presentó otro trabajo que incluyó dos redes de la sintomatología del estrés posttraumático en universitarios de Hubei (centro pandémico del COVID-19) y de otras ciudades (18), tales redes presentaron mayores relaciones en las alteraciones del sueño y sueños intrusivos recurrentes, alteraciones cognitivas y comportamientos imprudentes, evitación

de recuerdos extraños y creencias negativas en ambos grupos; sin embargo, variaron las medidas de mayor centralidad, en el primer grupo de Hubei fueron más influyentes los síntomas de irritabilidad y enojo, en la otra muestra destacó más los *flashback* (secuencias de imágenes de las experiencias vividas de una forma más traumática), mientras las distorsiones cognitivas también fueron importantes en ambas redes.

Conforme a otro estudio de red en adultos de Estados Unidos y Canadá, se reportó las relaciones dinámicas del peligro de infección, consecuencias socioeconómicas, xenofobia, estrés traumático, control compulsivo por COVID-19, desatención del COVID-19 por sobreexageración de peligrosidad, por buen estado de salud y desprecio al distanciamiento social; estas medidas fueron evaluadas en dos redes, la primera incluyó el abuso de alcohol y la segunda el abuso de drogas, donde las variables de estrés traumático y desprecio por el distanciamiento social fueron las únicas medidas que presentaron relación causal directa con el abuso de alcohol y drogas en tales sistemas respectivos (19).

Análisis de red en revistas de medicina y afines

Se encontraron dos estudios en revistas de salud no especializadas en el ámbito psiquiátrico y psicológico. El primer estudio refiere dos sistemas de red que evalúan medidas del trastorno del sueño, estrés, somatización corporal, ansiedad, creencia de haber tenido COVID-19, creencia de tener familiares infectados, no trabajar de manera virtual, tener condición crónica, diagnóstico de COVID-19, número de infectados y muertes por COVID-19 en la región, sexo y cambios de sensación de los sentidos y hábitos alimenticios (20). Se destacó mayor relación de ser mujer con los síntomas de angustia psicológica y alteraciones diarias del sueño, mientras la creencia de haber tenido COVID-19 está más relacionada con ser varón, este grupo está más vinculado con una condición crónica y no trabajar de manera *online*. En la otra red destacó las relaciones de la creencia de haber sido contagiado por COVID-19 con cambios en la sensación del olfato y no trabajar de manera *online*, mientras las personas que trabajan en línea presentan cambios en la sensación de la vista, esta última medida se relaciona con ser mujer, quienes están vinculadas directamente con el trabajo virtual.

La investigación de red publicada más recientemente evaluó las relaciones de las medidas de ansiedad, depresión y aislamiento social, donde se incluyeron 3 sistemas de red antes (11 de febrero de 2018 al 15 de enero de 2020) y durante la cuarentena por COVID-19 (11 de mayo al 19 de junio de 2020), y la tercera red se basó en las diferencias de puntuaciones entre las medidas evaluadas entre los dos tiempos referidos en una muestra de adultos mayores de Singapur (21). Se observó una mayor conectividad entre los nodos de aislamiento afectivo y social durante la cuarentena, las medidas que tuvieron mayor centralidad durante la cuarentena fueron la anhedonia, dificultades de relajación, sobrecarga, y sentimientos de vacío, los cuales fueron menos influyentes con las demás variables de la red antes de la cuarentena.

DISCUSIÓN

Los estudios revisados de COVID-19 revelan la inclusión de medidas clínicas relacionadas al impacto de salud mental, diagnósticos de salud, condición categórica, morbilidad, mortalidad y además se destaca la relevancia clínica de determinados signos y síntomas asociados al COVID-19 como la sintomatología del miedo, ansiedad y estrés por COVID-19, tales síntomas permiten orientar la comprensión de mecanismos etiológicos de los fenómenos de estudio de mayor interés actual. A su vez, se han utilizado factores de protección como la resiliencia o el bienestar psicológico y medidas psicosociales como el abuso de alcohol y drogas. Estos resultados de revisión son importantes dado que las consecuencias económicas y sociales del COVID-19 han repercutido en la salud mental y el bienestar alterando la mayoría de aspectos de vida generando una crisis sanitaria, y se requiere identificar y abordar los factores de riesgo en todo el espectro conductual, social, cultural, económico y ambiental en tiempos actuales de crisis para determinar cuáles variables afectan más los pronósticos de salud (22,23).

La presente revisión refiere evidencia del análisis de red como herramienta metodológica para estudiar las interconexiones de los síntomas más comunes al impacto del COVID-19 y otras variables clínicas que no son consideradas en otros análisis estadísticos más comunes (24-26). Este método es esencial ante las limitaciones de los sistemas de clasificación tradicional

de diagnóstico de salud mental y física que no consideran los efectos de la pandemia, especialmente los artículos revisados pueden orientar a conocer las variables que están más involucradas en el mantenimiento de las etiologías sintomatológicas más comunes al impacto de COVID-19. Uno de los hallazgos de mayor interés es que los síntomas de angustia psicológica estuvieron más conectados con otras medidas de mayor impacto negativo a la salud mental en la mayoría de estudios revisados en adultos de diversos continentes. El análisis de red puede brindar mayor información en la ciencia del manejo de síntomas considerando la concurrencia de los síntomas centrales y la agrupación de variables en la red que refieren mecanismos subyacentes causales (posibles factores de riesgo) (27-30) y pueden ser considerados como objetivos potenciales en las intervenciones terapéuticas (31,32). Por ejemplo, uno de los estudios revisados de Ramos-Vera (14) reportó mediante un algoritmo de agrupación dos conglomerados de síntomas del miedo al COVID-19, somático y emocional donde la sintomatología emocional estuvo más conectada con el estigma-discriminación a los profesionales de salud, especialmente en aquellos con mayor miedo a morir por COVID-19. El tratamiento de aquellos síntomas puede promover un mejor estado de salud mental y una mejor seguridad que reduce la percepción de amenaza y permite un mejor control de las emociones vinculadas al miedo pandémico que promueven los prejuicios hacia los profesionales de salud.

Los estudios revisados presentan una nueva alternativa para evaluar diferencias entre varios sistemas asociativos de variables clínicas que incluyen síntomas para conocer si las estructuras de red de mayor impacto en la salud mental son estadísticamente diferentes en diversos periodos de tiempo como antes, durante y después del umbral de contagio por COVID-19 y en diferentes grupos categóricos (20,21), dado que las variables de mayor influencia en la red pueden manifestarse de manera diferente ante diversos eventos y condiciones. La comparación de múltiples redes también permite saber si a nivel estructural, topológico y de conexión las dinámicas de salud evaluadas difieren estadísticamente entre sistemas de red según factores de riesgo como el nivel de infección por COVID-19, la edad, tener una condición de salud, mayor tiempo de diagnóstico (33-35); así como el análisis con y sin el control de covariables (36), tales

hallazgos no son posible realizar con otros análisis multivariados, inclusive se pueden realizar redes longitudinales a lo largo del tiempo (37-41).

Entre las limitaciones que cabría mencionar en el presente trabajo, la principal sería la variedad de poblaciones y variables utilizadas en los estudios de red revisados, lo que dificulta generalizar los resultados y conclusiones. Otra cuestión es que los estudios considerados fueron evaluados durante la cuarentena por la pandemia de COVID-19 y los datos recolectados fueron reportados únicamente por medidas de autoinforme que limitaron la inclusión de medidas etiológicas de naturaleza biológica en los hallazgos reportados.

En conclusión, la presente variante de red representa un modelo estadístico que aporta al campo de la psicología y biomedicina en la representación novedosa de la importancia de las variables (medidas de centralidad), concurrencia de los síntomas y medidas no sintomatológicas, agrupaciones de síntomas con otras variables multinivel de naturaleza latente u observable, la exploración de nuevas hipótesis clínicas holísticas con variables epidemiológicas, psicológicas, biomédicas y contextuales de mayor interés actual (42-46).

El modelo de red presentado permite formular teorías multidisciplinares a partir del análisis de sistemas multivariados que pueden identificar procesos dinámicos dado la inclusión de variables clínicas a distintos niveles de diferentes ámbitos de ciencias de la salud (47-49). Esto favorece una mayor colaboración de los investigadores sanitarios que buscan resolver nuevas cuestiones clínicas surgidas ante el impacto de la pandemia para brindar tratamientos personalizados con mayor eficacia (50,51) mediante las ciencias de redes (52-56) y tomar en cuenta información de la genómica, la proteómica, la metabolómica, la epigenómica, la farmacogenómica y especialmente la personómica (57,58) que refiere la situación psicosocial y las circunstancias únicas de vida del paciente que pueden alterar el comportamiento de la enfermedad y la respuesta al tratamiento (6) dado los tiempos de crisis y de mayor impacto en la salud mental como la pandemia de COVID-19.

CONFLICTOS DE INTERÉS

No hubo conflicto de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ramos-Vera C. Las redes de relación estadística en la investigación psiquiátrica: el caso del delirio en el contexto de COVID-19. *Rev Colombiana Psiquiatría*. 2021. DOI 10.1016/j.rcp.2021.02.004.
2. Fried EI, van Borkulo CD, Cramer AO, Boschloo L, Schoevers RA, Borsboom D. Mental disorders as networks of problems: a review of recent insights. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*. 2017;52(1):1-10. DOI 10.1007/s00127-016-1319-z.
3. Muniangi-Muhitu H, Akalestou E, Salem V, Misra S, Oliver NS, Rutter GA. Covid-19 and Diabetes: A Complex Bidirectional Relationship. *Front Endocrinol*. 2020;11:e582936. DOI 10.3389/fendo.2020.582936.
4. Epskamp S, Fried EI. A tutorial on regularized partial correlation networks. *Psychol Methods* 2018;23:617-34. DOI 10.1037/met0000167.
5. Kappelmann N, Czamara D, Rost N, Moser S, Schmolz V, Trastulla L, et al. Polygenic risk for immuno-metabolic markers and specific depressive symptoms: A multi-sample network analysis study. *Brain Behav Immun*. 2021;95:256-68. DOI 10.1101/2021.01.07.20248981.
6. Ramos-Vera C. Conceptos de interés en la atención integral de los pacientes con multimorbilidad. *Aten Primaria*. 2021;53(6):e101969. DOI 10.1016/j.aprim.2021.101969.
7. Leme DEDC, Alves EVDC, Fattori A. Relationships Between Social, Physical, and Psychological Factors in Older Persons: Frailty as an Outcome in Network Analysis. *J Am Med Dir Assoc*. 2020;21(9):1309-15.e4. DOI 10.1016/j.jamda.2020.02.005.
8. Isvoranu AM, Abidin E, Chong SA, Vaingankar J, Boorsboom D, Subramaniam S. Extended network analysis: from psychopathology to chronic illness. *BMC Psychiatry* 2021;21(1):119. DOI 10.1186/S12888-021-03128-Y.
9. Skjerdingsstad N, Johnson MS, Johnson SU, Hoffart A, Ebrahimi OV. Feelings of worthlessness links depressive symptoms and parental stress: A network analysis during the COVID-19 pandemic. *Eur Psychiatry*. 2021;64(1):e50. DOI 10.1192/j.eurpsy.2021.2223.
10. Bogaerts S, van Woerkom M, Erbaş Y, De Caluwé E, Garofalo C, Frowijn I, et al. Associations Between Resilience, Psychological Well-Being, Work-Related

- Stress and Covid-19 Fear in Forensic Healthcare Workers Using a Network Analysis. *Front Psychiatry*. 2021;12:e678895. DOI 10.3389/fpsy.2021.678895.
11. Ge F, Zheng A, Wan M, Luo G, Zhang J. Psychological State Among the General Chinese Population Before and During the COVID-19 Epidemic: A Network Analysis. *Front Psychiatry*. 2021;12:e591656. DOI 10.3389/fpsy.2021.591656.
 12. Wang Y, Hu Z, Feng Y, Wilson A, Chen R. Changes in network centrality of psychopathology symptoms between the COVID-19 outbreak and after peak. *Mol Psychiatry*. 2020;25(12):3140-9. DOI 10.1038/s41380-020-00881-6.
 13. Ramos-Vera CA. Las relaciones dinámicas de red de la obsesión y la ansiedad ante la muerte por COVID-19 durante la segunda cuarentena en universitarios peruanos. *Rev Colomb Psiquiatr*. 2021. DOI 10.1016/j.rcp.2021.03.004.
 14. Ramos-Vera CA. Relaciones de red del complejo estigma-discriminación y el miedo al COVID-19 durante la segunda ola pandémica en adultos peruanos. *Rev Colomb Psiquiatr*. 2021. DOI 10.1016/j.rcp.2021.05.010.
 15. Ramos-Vera CA. La dinámica interna de la Coronavirus Anxiety Scale mediante análisis de red. *Rev Colomb Psiquiatr*. 2021. DOI 10.1016/j.rcp.2020.12.008.
 16. Zavlís O, Butter S, Bennett K, Hartman TK, Hyland P, Mason L, et al. How does the COVID-19 pandemic impact on population mental health? A network analysis of COVID influences on depression, anxiety and traumatic stress in the UK population. *Psychol Med*. 2021;16:1-9. DOI 10.1017/S0033291721000635.
 17. Di Blasi M, Gullo S, Mancinelli E, Freda MF, Esposito G, Gelo OCG, et al. Psychological distress associated with the COVID-19 lockdown: A two-wave network analysis. *J Affect Disord* 2021;284:18-26. DOI 10.1016/j.jad.2021.02.016.
 18. Sun R, Qi J, Huang J, Zhou X. Network analysis of PTSD in college students across different areas after the COVID-19 epidemic. *Eur J Psychotraumatol*. 2021;12(1):1920203. DOI 10.1080/20008198.2021.1920203.
 19. Taylor S, Paluszczek MM, Rachor GS, McKay D, Asmundson GJG. Substance use and abuse, COVID-19-related distress, and disregard for social distancing: A network analysis. *Addict Behav*. 2021;114:e106754. DOI 10.1016/j.addbeh.2020.106754.
 20. Invitto S, Romano D, Garbarini F, Bruno V, Urgesi C, Curcio G, et al. Major Stress-Related Symptoms During the Lockdown: A Study by the Italian Society of Psychophysiology and Cognitive Neuroscience. *Front Public Health*. 2021;9: e636089. DOI 10.3389/fpubh.2021.636089.
 21. Yu J, Mahendran R. COVID-19 lockdown has altered the dynamics between affective symptoms and social isolation among older adults: results from a longitudinal network analysis. *Sci Rep*. 2021;11(1):14739. DOI 10.1038/s41598-021-94301-6.
 22. Contreras A, Nieto I, Valiente C, Espinosa R, Vazquez C. The study of psychopathology from the network analysis perspective: A systematic review. *Psychother Psychosom*. 2019;88(2):71-83. DOI 10.1159/000497425.
 23. Robinaugh DJ, Hoekstra RHA, Toner ER, Borsboom D. The network approach to psychopathology: a review of the literature 2008-2018 and an agenda for future research. *Psychol Med*. 2020;50(3):353-66. DOI 10.1017/S0033291719003404.
 24. Pesonen AK, Lipsanen J, Halonen R, Elovainio M, Sandman N, Mäkelä JM, et al. Pandemic Dreams: Network Analysis of Dream Content During the COVID-19 Lockdown. *Front Psychol*. 2020;11:e573961. DOI 10.3389/fpsyg.2020.573961.
 25. Ramos-Vera C, Serpa A. Network Analysis of Post-traumatic Growth and Posttraumatic Stress Symptomatology in Covid-19 Infected Peruvian Adults. *J Res Med Dent Sci*. 2021;9(11):61-7. DOI 10.13140/RG.2.2.16367.56480.
 26. Williamson RE, Hoeboer CM, Primasari I, Qing Y, Coimbra BM, Hovnanyan A, et al. Symptom networks of COVID-19-related versus other potentially traumatic events in a global sample. *J Anxiety Disord*. 2021;84:e102476. DOI 10.1016/j.janxdis.2021.102476.
 27. Rha SY, Lee J. Stable Symptom Clusters and Evolving Symptom Networks in Relation to Chemotherapy Cycles. *J Pain Symptom Manage*. 2021;61(3):544-54. DOI 10.1016/j.jpainsymman.2020.08.008.
 28. Kashihara J, Takebayashi Y, Kunisato Y, Ito M. Classifying patients with depressive and anxiety disorders according to symptom network structures: A Gaussian graphical mixture model-based clustering. *PLoS One*. 2021;16(9):e0256902. DOI 10.1371/journal.pone.0256902.
 29. Zhu Z, Hu Y, Xing W, Guo M, Zhao R, Han S, Wu B. Identifying Symptom Clusters Among People Living with

- HIV on Antiretroviral Therapy in China: A Network Analysis. *J Pain Symptom Manage.* 2019;57(3):617-626. DOI 10.1016/j.jpainsymman.2018.11.011.
30. Papachristou N, Barnaghi P, Cooper B, Kober KM, Maguire R, Paul S, et al. Network Analysis of the Multidimensional Symptom Experience of Oncology. *Sci Rep.* 2019;9(1):e2258. DOI 10.1038/s41598-018-36973-1.
 31. Malgaroli M, Calderon A, Bonanno GA. Networks of major depressive disorder: A systematic review. *Clin Psychol Rev.* 2021;85:e102000. DOI 10.1016/j.cpr.2021.102000.
 32. Borsboom D, Deserno MK, Rhemtulla M, Epskamp S, Fried EI, McNally RJ, et al. Network analysis of multivariate data in psychological science. *Nat Rev Methods Primers.* 2021;1:e58. DOI 10.1038/s43586-021-00055-w.
 33. Zhu Z, Wen H, Yang Z, Han S, Fu Y, Zhang L, Hu Y, Wu B. Evolving symptom networks in relation to HIV-positive duration among people living with HIV: A network analysis. *Int J Infect Dis.* 2021;108:503-9. DOI 10.1016/j.ijid.2021.05.084.
 34. Penzel N, Antonucci LA, Betz LT, et al. Association between age of cannabis initiation and gray matter covariance networks in recent onset psychosis. *Neuropsychopharmacology.* 2021;46(8):1484-93. DOI 10.1038/s41386-021-00977-9.
 35. Schlegl S, Smith KE, Vierl L, Crosby RD, Moessner M, Neumayr C, Voderholzer U. Using network analysis to compare diagnosis-specific and age-specific symptom networks in eating disorders. *Int J Eat Disord.* 2021. DOI 10.1002/eat.23523.
 36. Fried EI, von Stockert S, Haslbeck JMB, Lamers F, Schoevers RA, Penninx BWJH. Using network analysis to examine links between individual depressive symptoms, inflammatory markers, and covariates. *Psychol Med.* 2020;50(16):2682-90. DOI 10.1017/S0033291719002770.
 37. Levinson CA, Vanzhula IA, Smith TW, Stice E. Group and longitudinal intra-individual networks of eating disorder symptoms in adolescents and young adults at-risk for an eating disorder. *Behav Res Ther.* 2020;135:e103731. DOI 10.1016/j.brat.2020.103731.
 38. Karalunas SL, Antovitch D, Goh PK, Martel MM, Tipson J, Nousen EK, et al. Longitudinal network model of the co-development of temperament, executive functioning, and psychopathology symptoms in youth with and without ADHD. *Dev Psychopathol.* 2021;33(5):1803-20. DOI 10.1017/S0954579421000900.
 39. Betz LT, Penzel N, Kambeitz-Ilankovic L, Rosen M, Chisholm K, Stainton A, et al. General psychopathology links burden of recent life events and psychotic symptoms in a network approach. *NPJ Schizophr.* 2020;6(1):40. DOI 10.1038/s41537-020-00129-w.
 40. Black L, Panayiotou M, Humphrey N. Internalizing symptoms, well-being, and correlates in adolescence: A multiverse exploration via cross-lagged panel network models. *Dev Psychopathol.* 2021;1-15. DOI 10.1017/S0954579421000225.
 41. Höltege J, Theron L, Ungar M. A multisystemic perspective on the temporal interplay between adolescent depression and resilience-supporting individual and social resources. *J Affect Disord.* 2022;297:225-32. DOI 10.1016/j.jad.2021.10.030.
 42. Ebrahimi OV, Burger J, Hoffart A, Johnson SU. Within- and across-day patterns of interplay between depressive symptoms and related psychopathological processes: a dynamic network approach during the COVID-19 pandemic. *BMC Med.* 2021;19(1):e317. DOI 10.1186/s12916-021-02179-y.
 43. Martín-Brufau R, Suso-Ribera C, Corbalán J. Emotion Network Analysis During COVID-19 Quarantine - A Longitudinal Study. *Front Psychol.* 2020;11:e559572. DOI 10.3389/fpsyg.2020.559572.
 44. Birk JL, Kronish IM, Moise N, Falzon L, Yoon S, Davidson KW. Depression and multimorbidity: Considering temporal characteristics of the associations between depression and multiple chronic diseases. *Health Psychol.* 2019;38(9):802-811. DOI 10.1037/hea0000737.
 45. Hernández B, Reilly RB, Kenny RA. Investigation of multimorbidity and prevalent disease combinations in older Irish adults using network analysis and association rules. *Sci Rep.* 2019;9(1):14567. DOI 10.1038/s41598-019-51135-7.
 46. Blanken TF, Bathelt J, Deserno MK, Voge L, Borsboom D, Douw L. Connecting brain and behavior in clinical neuroscience: A network approach. *Neurosci Biobehav Rev.* 2021; 130:81-90. DOI 10.1016/j.neubiorev.2021.07.027.
 47. Ramos-Vera C. Las redes de correlación en la investigación de la hipertensión arterial y riesgo vascular. *Hiper Ries Vasc.* 2021;38(3):156-157. DOI 10.1016/j.hipert.2021.02.001.

48. Ramos-Vera C, Serpa-Barrientos A. El análisis de redes en la investigación clínica. *Rev Fac Med.* 2022;70(1), e94407-e94407. DOI 10.15446/revfacmed.v70n1.94407.
49. de Rooij BH, Oerlemans S, van Deun K, Mols F, de Ligt KM, Husson O, et al. Symptom clusters in 1330 survivors of 7 cancer types from the PROFILES registry: A network analysis. *Cancer.* 2021. DOI 10.1002/cncr.33852.
50. Atkinson JA, Song YJC, Merikangas KR, Skinner A, Prodan A, Iorfino F, et al. The Science of Complex Systems Is Needed to Ameliorate the Impacts of COVID-19 on Mental Health. *Front Psychiatry.* 2020;11:e606035. DOI 10.3389/fpsy.2020.606035.
51. Tretter F, Wolkenhauer O, Meyer-Hermann M, et al. The Quest for System-Theoretical Medicine in the COVID-19 Era. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:e640974. DOI 10.3389/fmed.2021.640974.
52. Jordan DG, Winer ES, Salem T. The current status of temporal network analysis for clinical science: Considerations as the paradigm shifts?. *J Clin Psychol.* 2020;76(9):1591-612. DOI 10.1002/jclp.22957.
53. Monteleone AM, Cascino G. A systematic review of network analysis studies in eating disorders: Is time to broaden the core psychopathology to non specific symptoms. *Eur Eat Disord Rev.* 2021;29(4):531-47. DOI 10.1002/erv.2834.
54. Foret JT, Dekhtyar M, Cole JH, Gourley DD, Caillaud M, Tanaka H, Haley AP. Network Modeling Sex Differences in Brain Integrity and Metabolic Health. *Front Aging Neurosci.* 2021;13:e691691. DOI 10.3389/fnagi.2021.691691.
55. Henneghan A, Wright ML, Bourne G, Sales AC. A Cross-Sectional Exploration of Cytokine-Symptom Networks in Breast Cancer Survivors Using Network Analysis. *Can J Nurs Res.* 2020;844562120927535. DOI 10.1177/0844562120927535.
56. Iverson GL. Network Analysis and Precision Rehabilitation for the Post-concussion Syndrome. *Front Neurol.* 2019;10: e489. DOI 10.3389/fneur.2019.00489.
57. Ziegelstein RC. Personomics. *JAMA Intern Med.* 2015;175(6):888-9. DOI 10.1001/jamainternmed.2015.0861.
58. Ziegelstein RC. Personomics: The Missing Link in the Evolution from Precision Medicine to Personalized Medicine. *J Pers Med.* 2017;7(4):11. DOI 10.3390/jpm704001.