



**Tiempos complejos, sistemas complejos: El análisis de red ante el impacto de COVID-19
y las dinámicas de salud**

**Complex times, complex systems: The network analysis in the face of COVID-19
impact and health dynamics**

Ramos-Vera Cristian Antony*

Resumen	Datos del artículo
<p>El análisis de redes ofrece una valiosa contribución metodológica y práctica a la investigación en Enfermería. Este análisis permite a los profesionales sanitarios interpretar y traducir la información derivada de su investigación en una mejor atención integrada en la población clínica de interés, permitiéndoles enfocar una intervención concreta basada en los resultados de la red, desde la perspectiva de los sistemas de modelos complejos. La evaluación de la red refuerza una mejor explicación del funcionamiento de diversas condiciones de salud para explicar cómo interactúan entre sí sus mecanismos etiológicos y las variables concomitantes, de gran importancia clínica en el contexto actual de la pandemia COVID-19.</p>	<p>Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ciencias de la Salud. Miembro Honorario de la Sociedad Peruana de Psicometría. Av. Del Parque 640, San Juan de Lurigancho 15434. Lima, Perú.</p>
<p>Palabras clave: Análisis de redes, sintomatología, comorbilidad, salud mental, COVID-19.</p> <p><i>Current Opinion Nursing & Research. 2021. Bolivia. Todos los derechos reservados.</i></p>	<p>Curr Opin Nur Res 2021; 3(1):27-33.</p>
<p>Abstract</p> <p>Network analysis offers a valuable methodological and practical contribution to nursing research. This analysis enables healthcare professionals to interpret and translate the information derived from their research into better integrated care in the clinical population of interest, allowing them to focus on a specific intervention based on network outcomes, from the perspective of complex model systems. Network assessment reinforces a better explanation of the functioning of various health conditions to explain how their etiological mechanisms and concomitant variables interact with each other, of great clinical importance in the current context of the COVID-19 pandemic.</p>	<p>Historial del artículo.</p> <p>Recibido febrero, 2021. Devuelto marzo 2021. Aceptado mayo, 2021. Disponible en línea, junio 2021.</p> <p>*Dirección de contacto:</p> <p>Universidad Cesar Vallejo. Facultad De Ciencias de la Salud. Miembro Honorario de la Sociedad Peruana de Psicometría. Av. Del Parque 640, San Juan de Lurigancho 15434. Lima, Perú.</p> <p>Ramos-Vera Cristian Antony E. mail: cristony_777@hotmail.com</p>
<p>Keywords: Network Analysis, symptomatology, comorbidity, mental health, COVID-19.</p> <p><i>Current Opinion Nursing & Research. 2021. Bolivia. All rights reserved.</i></p>	

Introducción

La enfermedad mental es uno de los problemas más urgentes ante el contexto pandémico actual dado 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 psicológica¹. Se han realizado modelos de redes basados en la teoría de grafos y la psicometría para evaluar las hipótesis clínicas de que algunos síntomas de determinados diagnósticos pueden ser la causa de los patrones de comorbilidad de determinados diagnósticos, donde tales síntomas refieren un papel fundamental en la dinámica de la red. Considerando las relaciones bidireccionales entre síntomas psicopatológicos y fisiológicos es necesario determinar las vías de influencia mutua para conseguir mejores resultados de tratamiento, dado la implicancia de la comorbilidad, el diagnóstico, pronóstico, la comprensión de los mecanismos etiológicos, el estudio de los factores de riesgo y protección desde el modelo de sistemas complejos. El análisis de red permite considerar las teorías sistémicas que demuestran la complejidad ontológica de los fenómenos psiquiátricos, conceptualizados como el resultado de una interacción dinámica entre variables biológicas, psicológicas y sociales^{1,2}.

Hasta la fecha la mayoría de los artículos de red en el ámbito clínico se han enfocado al campo de la psiquiatría y psicología clínica, sin embargo, más recientemente se han extendido a otras áreas relacionadas a la geriatría, nutrición y enfermedades crónicas¹. Por tanto, esta revisión tiene como objetivo presentar brevemente el análisis de red y resumir la literatura de artículos de red utilizados en revistas de Enfermería, indicar algunos 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.

Desarrollo

Cuestiones de salud por COVID-19. Dado el contexto actual de la pandemia de COVID-19, dio lugar a cambios en la rutina diaria de la población en su conjunto, con medidas de restricción social que han generado alteraciones en la salud física, mental, con una mayor percepción de riesgo y amenaza latente. Otra situación compleja es la infección del coronavirus (COVID-19) que presenta un mayor riesgo latente de comorbilidad y mortalidad en diversos estados de salud, como la diabetes mellitus (DM) o el delirio^{1,2}. Tales enfermedades crónicas de naturaleza multifactorial refuerzan los biomarcadores inflamatorios que afectan la inmunidad adaptativa y otros mecanismos patogénicos potenciales que conducen a una condición de mayor riesgo de muerte por múltiples causas. Esto plantea nuevas cuestiones sobre los efectos psicológicos y fisiológicos del impacto que tiene la COVID-19 y nuevas recomendaciones para su abordaje clínico, a partir de los resultados obtenidos en investigaciones en ciencias de la salud. 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 o componentes etiológicos más característicos en los estados de salud de mayor riesgo ante el contexto pandémico. Por ejemplo, la diabetes mellitus 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 DM³, siendo importante la evaluación de la interacción de los elementos fisiopatológicos y sus moduladores.

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 (dirigidas o no dirigidas)². En este modelo las asociaciones son totales o parciales que conectan a los nodos (variables) y estructuran el modelo dinámico. Su representación gráfica facilita la interpretación de manera sencilla: mientras más gruesa sea la conexión entre las variables, mayor será la relación estadística^{1,2}.

El presente modelo de red es un análisis multivariante compuesto por múltiples relaciones no lineales regularizadas (eliminación de relaciones más espurias mediante el estimador LASSO) después del control multivariado de los elementos de la red de relaciones residuales². Esto favorece la inclusión de variables de diversa naturaleza para la evaluación de múltiples aspectos de salud y su condición comórbida, así como la interacción entre sus factores etiológicos y moduladores. Por ejemplo, un estudio de red en adultos mayores incluyó diversas condiciones clínicas como diabetes, osteoporosis, incontinencia urinaria, además de medidas fisiológicas, antropométricas, y neuropsiquiátricas como la depresión y fragilidad⁴. 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 psicosis⁵. Este método de red permite estimar los elementos más centrales (altos índices de centralidad de fuerza y predictibilidad) que refieren 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. 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 afianza el colapso global de la red¹. Esto es esencial en la planificación y desarrollo personalizado de intervenciones clínicas a partir de los resultados obtenidos en el grupo de interés.

Dado que las especialidades de enfermería abarcan el cuidado de grupos de mayor riesgo como la condición femenina, el embarazo o ser adulto mayor, se debe explorar nuevas hipótesis clínicas en tales poblaciones. Por ejemplo, las mujeres reportan un aumento mayor a las respuestas endocrinas, afectivas y de excitación al estrés que genera una mayor vulnerabilidad a la angustia psicológica en comparación a los varones⁶, esto es muy preocupante considerando el contexto pandémico e impacto en el personal sanitario, sector en su mayoría altamente feminizado. Por ejemplo, un estudio compuesto por profesionales y estudiantes de enfermería reportó mayores niveles de ansiedad y miedo, en las mujeres que en los varones durante el brote de la pandemia de COVID-19. A su vez también se presentó mayores niveles de tales reacciones emocionales además de la tristeza e ira en los profesionales de enfermería en comparación a los estudiantes⁷.

La investigación clínica ha orientado nuevas hipótesis mediante la evaluación simultánea de dos o más redes, por ejemplo, para comparar dos o más redes: con y sin el control de las covariables o entre dos tiempos diferentes: antes y después de una intervención (pre-post test), donde la variación dinámica entre redes permita determinar los efectos de un tratamiento mediante una menor medida de

conexión entre los componentes centrales de la red². Asimismo, se han incluido redes para evaluar dos eventos particulares temporales: antes y después de la cuarentena por COVID-19⁸. Conforme a otro artículo se estimó dos redes simultáneas de síntomas de angustia psicológica materna (ansiedad y depresión) a las 26 semanas de embarazo y 3 meses después del parto en 980 madres⁹.

Revisión del modelo de red en la investigación en Enfermería. Tras una breve revisión científica de artículos de red en revistas de enfermería se encontró tres investigaciones: el primer estudio, evaluó las redes de síntomas de estrés, fatiga, soledad, deterioro cognitivo, somnolencia diurna, calidad de sueño y 13 citoquinas (proteínas de las células T) en supervivientes de cáncer de mama que terminaron el tratamiento de quimioterapia¹⁰. Otra investigación reportó un modelo de red de asociaciones entre los síntomas de riesgo de la conducta alimentaria, la angustia psicológica y el estrés postraumático por COVID-19 durante la primera cuarentena en el Perú¹¹. El trabajo más reciente evaluó las relaciones dinámicas de red de las medidas de angustia psicológica, estrés postraumático, insomnio, burnout, experiencia de trabajo, satisfacción y deterioro laboral en profesionales de enfermería¹². También se encontró un estudio de red de sintomatología ansiosa y depresiva en 776 estudiantes de enfermería de China durante la pandemia publicada en la revista de alto impacto *BMC Psychiatry*¹³.

Es importante el uso de análisis más robustos como el modelo de red que incluyan simultáneamente a todas las variables de estudio más allá del uso de métodos bivariados, dado que no permiten explicar el fenómeno global investigado puesto que captan la acción aislada de cada variable respecto al resultado analizado.

La propuesta metodológica de red es una oportunidad para el área de enfermería de mejorar el conocimiento de diversos aspectos de la salud, que permita identificar los elementos centrales de red a intervenir para mejorar el bienestar de la población. Esto es recomendable para programas universitarios en enfermería que incluyan dicha metodología para analizar la inferencia estadística y explorar nuevas vías de investigación clínica en enfermería considerando las dinámicas de salud comórbidas del COVID-19 y sus consecuencias como el riesgo vascular¹⁴.

El modelo de red permite la inclusión de medidas con múltiples niveles de análisis de naturaleza bioquímica, neuroanatomica¹⁵, antropométrica, puntuaciones de riesgo poligénico¹⁶, etc., dado los diferentes aspectos clínicos afines como la comorbilidad, la relevancia clínica de determinados síntomas y signos, la comprensión de mecanismos etiológicos, el estudio de factores de riesgo y de protección, para una mejor interpretación de los resultados y una posterior toma de decisiones clínicas desde el modelo de sistemas complejos¹⁷. Esto afianza el desarrollo de nuevas vías de investigación para desentrañar la complejidad de las enfermedades crónicas concomitantes de mayor riesgo ante el contexto pandémico como por ejemplo, la hipótesis de la paradoja de la adiponectina que produce una mayor reacción inflamatoria y resistencia a la insulina en pacientes con DM y COVID-19¹⁸, mediante la inclusión de los niveles de la adiponectina, los patrones moleculares asociados al daño, puntuaciones de riesgo poligénico, las citocinas, factores metabólicos, biomarcadores inflamatorios de coronavirus (COVID-19) y la DM, y otras medidas de manifestaciones comórbidas relacionadas al impacto de la pandemia^{19,20}.

Conclusiones

Se menciona la implicancia del modelo de red dado que el uso de los análisis univariados tienen serias limitaciones para explicar de manera integral el fenómeno de estudio, ya que ignora posibles relaciones de confusión y factores de riesgo más importantes, de mayor requerimiento dado la naturaleza única y compleja del contexto pandémico de COVID-19 que requiere considerar aspectos como la salud mental. Esto apunta a la necesidad de encontrar alternativas novedosas, como el análisis de redes, que ofrece la ventaja de considerar la evaluación simultánea de todas las variables de estudio y permite explorar nuevas vías de investigación en las ciencias de la salud, especialmente en la investigación en Enfermería, pues tras una breve revisión en bases indexadas de Wos y Scopus, tres revistas científicas de Enfermería han presentado artículos con el modelo de red. Este método permite considerar diferentes aspectos de la salud relacionados como la comorbilidad, la relevancia clínica de determinados síntomas y signos, la comprensión de los mecanismos etiológicos, el estudio de los factores de riesgo y protección desde el modelo de sistemas complejos incluyendo medidas de diferentes niveles de análisis para una mejor interpretación de los resultados y la posterior toma de decisiones clínicas.

Fuente de financiamiento

No hubo financiación alguna.

Conflictos de intereses

No hay conflicto de interés.

Agradecimientos

A mi mentor Antonio Serpa

Consideraciones éticas

Se realizaron las consideraciones éticas respectivas

Literatura citada

1. Ramos-Vera C. Las redes de relación estadística en la investigación psiquiátrica: el caso del delirio en el contexto de COVID-19. *Rev Colomb Psiquiatr* 2021. DOI: <https://doi.org/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: <https://doi.org/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: <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.582936>
4. 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):1309-1315.e4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.02.005>.
5. Isvoranu AM, Abdin E, Chong SA, Vaingankar J, Boorsboom D, Subramaniam S. Extended network analysis: from psychopathology to chronic illness. *BMC Psychiatry* 2021;21(1):119. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03128-y>

6. Hodes GE, Epperson CN. Sex differences in vulnerability and resilience to stress across the life span. *Biol Psychiatry* 2019;86(6):421-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2019.04.028>
7. Huang L, Lei W, Xu F, Liu H, Yu L. Emotional responses and coping strategies in nurses and nursing students during Covid-19 outbreak: A comparative study. *PLoS One* 2020;15(8):e0237303. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237303>
8. 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: <http://doi.org/10.1016/j.jad.2021.02.016>
9. Phua DY, Chen H, Chong YS, Gluckman PD, Broekman BFP, Meaney MJ, et al. Network Analyses of Maternal Pre- and Post-Partum Symptoms of Depression and Anxiety. *Front Psychiatry* 2020;11:e785. DOI: <http://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00785>
10. 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;0(0):1-13. DOI: <https://doi.org/10.1177/0844562120927535>
11. Ramos-Vera CA. Red de síntomas psicopatológicos de la conducta alimentaria, depresión, ansiedad y estrés postraumático en adultos peruanos en cuarentena por COVID-19. *Rev Cuba Enferm* 2021;36:e4200.
12. Tokac U, Razon S. Nursing professionals' mental well-being and workplace impairment during the COVID-19 crisis: A Network analysis. *J Nurs Manag* 2021;00:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1111/jonm.13285>
13. Ren L, Wang Y, Wu L, Wei Z, Cui LB, Wei X, et al. Network structure of depression and anxiety symptoms in Chinese female nursing students. *BMC Psychiatry* 2021;21:279. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03276-1>
14. Ramos-Vera C. Las redes de correlación en la investigación de la hipertensión arterial y riesgo vascular. *Hipertens Riesgo Vasc* 2021;28(3):157-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hipert.2021.02.001>
15. Kappelmann N, Czamara D, Rost N, Moser S, Schmall 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: <https://doi.org/10.1101/2021.01.07.20248981>
16. Penzel N, Antonucci LA, Betz LT, Sanfelici R, Weiske J, Pogarell O, et al. Association between age of cannabis initiation and gray matter covariance networks in recent onset psychosis. *Neuropsychopharmacology* 2021;46:1484-93. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41386-02100977-9>
17. Ramos-Vera C. Conceptos de interés en la atención integral de los pacientes con multimorbilidad. *Aten Primaria* 2021;53(6):e101969. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.101969>
18. Ho G, Ali A, Takamatsu Y, Wada R, Masliah E, Hashimoto M. Diabetes, inflammation, and the adiponectin paradox: Therapeutic targets in SARS-CoV-2. *Drug Discov Today* 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2021.03.013>
19. 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. <http://doi.org/10.1016/j.rcp.2021.03.004>

20.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. <https://doi.org/10.1016/rcp.2021.05.010>

Nota del Editor:
Current Opinion Nursing & Research (CONR) se mantiene neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales publicados en mapas y afiliaciones institucionales.