

EL PAPEL DE LAS CONDUCTAS PROSOCIALES EN LA REGULACIÓN AUTONÓMICA

*José Fernando Mora Romo

*Estudiante del Doctorado en Psicología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Recibido: octubre de 2023.

Aceptado: noviembre de 2023.

Resumen

En esta revisión teórica se describe la importancia del Sistema Nervioso Autónomo (SNA) para la regulación de las funciones autonómicas que permiten preservar y recuperar la salud de los seres vivos. Dentro de estas funciones descritas se abordan la respuesta inflamatoria, la temperatura periférica, la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria. Después, para esquematizar estas funciones dentro de un marco teórico se presenta la Teoría Polivagal que describe cómo las conductas sociales fueron favorecidas gracias a etapas específicas en la evolución del SNA desde un punto de vista filogenético. En este sentido, se presentan evidencias de cómo las conductas prosociales como la solidaridad, empatía, cooperación y la compasión pueden influir en las funciones y regulación autonómica para beneficio del estado de salud. Se concluye remarcando la importancia de las interacciones sociales dentro de la Teoría Polivagal en general, y de las conductas prosociales en específico, en la homeostasis. También se enfatiza la importancia de la convergencia de los conocimientos generados desde las ciencias sociales para profundizar en la información obtenida desde áreas como la psiconeuroinmunoendocrinología.

Palabras clave: Teoría Polivagal. Empatía. Solidaridad. Compasión. Inmunología. Neurociencias.

cias.

Abstract

This theoretical review describes the importance of the Autonomic Nervous System (ANS) for the regulation of autonomic functions that allow preserving and recovering the health of living beings. Within these described functions, the inflammatory response, peripheral temperature, heart rate variability and respiratory rate are addressed. Then, in order to schematize these functions within a theoretical framework, the Polyvagal Theory is presented, which describes how social behaviors were favored thanks to specific stages in the evolution of the ANS from a phylogenetic point of view. In this sense, evidence is presented on how prosocial behaviors such as solidarity, empathy, cooperation and compassion can influence autonomic functions and regulation for the benefit of health status. It concludes by highlighting the importance of social interactions within the Polyvagal Theory in general, and of prosocial behaviors specifically, in homeostasis. It also emphasizes the importance of the convergence of knowledge generated from the social sciences to deepen the information obtained from areas such as psychoneuroimmunology.

Keywords: Polyvagal Theory. Empathy. Solidarity. Compassion. Immunology. Neurosciences.

La importancia de la regulación autonómica

El Sistema Nervioso Autónomo (SNA) es el encargado de mantener un estado de equilibrio en nuestro cuerpo (homeostasis) a través del control involuntario de órganos y tejidos del cuerpo para realizar acciones como la regulación de la presión sanguínea, la respuesta gastrointestinal, la regulación de la temperatura corporal, el tono muscular y la activación del sistema endócrino (McCorry, 2007).

El SNA puede concebirse en dos divisiones: El Sistema Nervioso Simpático (SNS) y el Sistema Nervioso Parasimpático (SNP). El primero es considerado como la respuesta de “lucha o huida”, ya que muestra una mayor activación ante las situaciones de estrés tanto físico como emocional, estimulando la vasodilatación, la broncodilatación y la contracción muscular (Arslan y Cevik, 2022). Por su parte, el SNP está asociado a las actividades de descanso y digestión ya que las neuronas pregangliáticas inervan la relajación muscular, disminuyen la presión cardíaca, relajación de esfínteres, entre otras acciones (Tindle y Prasanna, 2022).

A pesar de la actividad “independiente” del SNA, no es posible negar la naturaleza biopsicosocial de los individuos, ya que todo sistema corporal es dependiente y afectado por las acciones de otras personas, organismos, situaciones y ambientes, incluso a un nivel multicelular, debido a que los reflejos autonómicos están mediados por las vías neuronales del cordón espinal y regiones cerebrales como el hipotálamo (Cardinali, 2018).

Esto da origen a las acciones aferentes que permiten al SNA recibir información del exterior, y las acciones eferentes que permiten al SNA responder a dicha información al regular las funciones de los órganos y tejidos para mantener el equilibrio de nuestro cuerpo (Imai y Katagiri, 2021).

Sin duda, el SNA tiene un gran papel en el

proceso de salud-enfermedad, por lo que el objetivo de esta revisión es describir algunas de las funciones desempeñadas por el SNA. Posteriormente, se describe la Teoría Polivagal como un marco teórico que brinda las pautas para el entendimiento de la regulación de estas funciones autonómicas mediante las conductas sociales de los seres vivos, enfatizando, para este trabajo, el papel de las conductas prosociales en la regulación autonómica.

Respuesta inflamatoria

La inflamación es una respuesta fisiológica ante infecciones, lesiones o antígenos enfocada a la erradicación de microbios y reparación tisular. Sin embargo, la presencia prolongada y/o excesiva de inflamación puede ocasionar justamente lo contrario: daño tisular, descompensaciones fisiológicas, e incluso la muerte (Sherwood y Toliver-Kinsky, 2003).

Si bien, la respuesta inflamatoria suele presentarse de forma aguda, también puede convertirse en una respuesta crónica, aun cuando el daño original haya sido eliminado. Esto debido a la presencia de citocinas de naturaleza proinflamatoria como la Interleucina-6 (IL-6), Factor de Necrosis Tumoral alfa (TNF- α , por sus siglas en inglés) y quimosinas que mantienen activo el estado de alerta del SNA (Chen et al., 2018).

La presencia prolongada de estas citocinas provocarán un desbalance en el sistema inmunológico dando como resultado una degeneración tisular y el desarrollo de desórdenes autoinmunes y circulatorios como artritis, cáncer y trastornos del sistema nervioso central como diversos tipos de demencias, esclerosis, parkinson y enfermedad de Huntington (Schocka et al., 2016).

Es importante enfatizar la llamada “inflamación estéril”, la cual ocurre en ausencia de agente patógeno o daño tisular, y es provocada por la experiencia, real o percibida, del estrés.

Esto provoca que el SNS libere catecolaminas periféricas como norepinefrina y epinefrinas, aumentando el consumo de oxígeno, la disponibilidad de glucosa y el flujo sanguíneo para mejorar las probabilidades de sobrevivencia al detectar situaciones de peligro (Johnson et al., 2019).

Se han reportado otros fenómenos psicosociales asociados al desarrollo de respuesta inflamatoria como el abuso físico, emocional y sexual, sintomatología depresiva, el aislamiento social, la soledad y la exclusión social (Kuhlman et al., 2019; Leschak y Eisenberger, 2019). Parte de la explicación a esto es que, debido a la falta de estímulos sociales, las personas están en una posición donde los estresores tienen un mayor impacto en ellos, impacto que se ve reflejado en mayores niveles salivares de IL-6 y TNF- α . En este sentido, se puede considerar que la respuesta inflamatoria aguda pudiera tener una función adaptativa a las situaciones de estrés, al permitir la activación del SNS. Sin embargo, en situaciones de estrés crónico, la respuesta inflamatoria puede ocasionar las mismas afectaciones sistémicas que las generadas por un agente patógeno o lesión.

Temperatura periférica

Otra función que desempeña el SNA es la regulación de la temperatura corporal. La regulación de la temperatura es coordinada mediante el núcleo central hipotalámico que responde a la temperatura mediante estímulos sensoriales que provienen de zonas centrales y periféricas del cuerpo (Charkoudian, 2016). En situaciones de ambientes con temperatura normal, los nervios vasoconstrictores noradrenérgicos están activos tónicamente, pero en situaciones de exposición al frío liberan tanto norepinefrina y neuropéptidos transmisores Y para regular la temperatura corporal; mientras que en situaciones de exposición al calor, el sistema vasodilatador cutáneo es activado para incrementar la temperatura corporal (Fealey, 2013). Para lograr esto, es necesario que procesos psicológicos básicos, como la percep-

ción, identifique los cambios de temperatura para mantener la homeostasis corporal antes las sensaciones térmicas placenteras o incómodas (Schlader y Vargas, 2019).

Una de las funciones de la regulación de la temperatura periférica es preparar a los seres humanos para afrontar situaciones de estrés mediante la activación del sistema vasoconstrictor -el cual disminuirá la temperatura corporal-, y, una vez finalizadas dichas situaciones adversas, preparar al cuerpo para entrar a un estado de relajación mediante la activación del sistema vasodilatador -el cual restablecerá la temperatura periférica normal- (Rodríguez-Medina et al., 2022).

Debido a que este tipo de regulación queda a cargo del SNA principalmente, ante situaciones de estrés crónico puede provocar la incapacidad del SNA para restablecer niveles de temperatura normales en aquellos momentos en que el estresor haya disminuido debido a la activación prolongada de la respuesta inflamatoria y al SNS, ocasionando los problemas para la salud mencionados párrafos atrás. Sin embargo, existen estrategias psicológicas capaces de contribuir a que las personas sean capaces de regular de forma consciente su temperatura corporal mediante estrategias de relajación para la mejora del funcionamiento biopsicosocial (Rodríguez y Hernández, 2022).

Variabilidad de la frecuencia cardiaca

La Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca (VFC) consiste en cambios dentro de un intervalo de tiempo entre los latidos cardiacos, dichos cambios permiten al sistema cardiovascular ajustarse a situaciones física y psicológicamente demandantes de forma apropiada para mantener la homeostasis (Shaffer y Ginsberg, 2017). La VFC puede estudiarse mediante dos componentes que, ante situaciones específicas, presentan mayor dominancia y son regulados por el SNA (Williams et al., 2019): (1) Actividad parasimpá-

tica, o actividad vagal, que refleja estados de relajación; (2) Actividad simpática, que refleja un estado de estrés.

En este sentido, la VFC puede entenderse como un sistema que brinda la capacidad de regular de forma flexible y adaptable los recursos fisiológicos para afrontar las situaciones adversas. Sin embargo, la presencia persistente de una dominancia de la actividad simpática ha sido reportada como factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes, así como al incremento de las tasas de mortalidad; mientras que, por otra parte, la predominancia parasimpática ha sido asociada como un factor protector para la salud cardiovascular, el bienestar y longevidad (Koenig y Thayer, 2016).

En este sentido, se han desarrollado estrategias de intervención psicológicas para que las personas sean capaces de regular su VFC, como la biorretroalimentación para modificar los niveles de estrés y ansiedad que pueda presentar la población (Goessl et al., 2017), ya que estos elementos son los principales causante de fomentar la dominancia de la actividad simpática dentro de la VFC debido a sus asociaciones a las regiones corticales involucradas con la evaluación de situaciones estresantes (Kim et al., 2018).

Frecuencia respiratoria

La respiración es otra de las funciones del SNA que, si bien su funcionamiento responde de forma automática, es posible uniformarla de forma consciente para regular la homeostasis en búsqueda de beneficios tanto fisiológicos como psicológicos (Sevoz-Couche y Laborde, 2022), esto debido a que los patrones respiratorios pueden ser modificados fácilmente ante situaciones que alteren la actividad del sistema nervioso como el estrés. Por ello, las estrategias que involucran la regulación de la frecuencia respiratoria van orientadas al manejo del estrés, relajación,

regulación autonómica y mejoramiento de la función orgánica (Soni y Muniyandi, 2019).

Para lograr esto se han realizado una serie de recomendaciones (Rajkumar, 2020): (1) practicar la respiración diafragmática, (2) mejorar la conciencia postural, (3) mejorar la flexibilidad del sistema musculoesquelético, (4) la realización de ejercicios anaeróbicos para mejorar la tolerancia de la presión arterial, (5) realizar ejercicios de resistencia para fortalecer los músculos respiratorios, (6) evaluaciones periódicas de espirometría, buscando su asociación con otros valores biométricos y enfermedades crónicas.

Como se mencionó, la respiración diafragmática puede permitir la regulación de la frecuencia respiratoria, ya que favorece la inhibición del SNS, lo cual permite un mejor funcionamiento psicosocial, especialmente ante condiciones como dolor que puede interferir en el desarrollo de actividades sociales, la motivación para realizarlas, la actitud ante la vida y ansiedad (Schmidt et al., 2012).

Además, son múltiples los beneficios fisiológicos de la regulación respiratoria como incrementar la actividad del SNP y regiones cerebrales asociadas al control emocional y bienestar, también es posible observar un aumento en las ondas alfa, al tiempo de una disminución de las ondas theta, en el sistema nervioso central, las cuales ayudan a que el cuerpo entre a un estado de relajación y mejorar las actividades vigorosas (Zaccaro et al., 2018).

A pesar de las evidencias descritas hasta el momento de estas cuatro actividades autonómicas, es necesario que se logre esquematizar esta información dentro de un marco teórico que le dé coherencia a esta información. En este sentido, la Teoría Polivagal brinda el fundamento teórico para ello, junto con la evidencia teórica que se ha generado para su respaldo.

La teoría polivagal como base teórica en la regulación autonómica

La teoría polivagal permitió identificar la relación entre el funcionamiento del SNA y el comportamiento del ser humano a través de los circuitos neurales involucrados en la regulación autonómica, los cuales han facilitado la interpretación de la reactividad autonómica de los seres vivos como un proceso de adaptación al ambiente mediante un proceso filogenético (Porges, 2006). Este proceso de adaptación ha permitido identificar la significancia que han tenido los cambios evolutivos del SNA del ser humano para favorecer las conductas sociales a través de tres etapas filogenéticas (Porges, 2001): (1) El nervio vago no-mielinizado, siendo el componente más primitivo, involucrado con las conductas de inmovilización ante el peligro mediante la inhibición del núcleo dorsal-motor; (2) el desarrollo del sistema simpático-adrenal, que facilita la movilización mediante la activación del cordón espinal a través de las conductas de “lucha o huida”; y (3) el nervio vago mielinizado, el cual facilita la comunicación social.

Es esta última etapa evolutiva, el nervio vago mielinizado, la cual permite aprovechar las interacciones sociales para lograr la co-regulación del SNA, o homeostasis, debido a que estructuras como el tronco encefálico regula el núcleo ventro-vagal cuyas rutas eferentes viscerales emergen desde los nervios craneales V, VII, IX, X y XI para formar sistema de involucramiento social (Porges, 2021). Estos circuitos facilitan la sensación de seguridad resultante del apoyo interpersonal, permitiendo que las funciones fisiológicas relacionadas al desarrollo de la salud, crecimiento y restauración puedan llevarse a cabo (Porges, 2022).

Ante estas premisas, en donde las sensaciones producto de las interacciones sociales pueden favorecer las funciones del Sistema Nervioso Autonómico, resulta factible considerar que las conductas prosociales, las cuales son entendidas

como aquellas conductas que buscan el beneficio de otras personas en particular, y de la sociedad en general (Martí-Vilar et al., 2019), ayudarían a regular las funciones del SNA descritas anteriormente.

Las conductas prosociales y su efecto sobre la regulación autonómica

El estudio de las conductas prosociales ha sido abordado por diferentes áreas de la psicología, como la psicología educativa, social, laboral o clínica (Martí-Vilar et al., 2019). Sin embargo, su abordaje desde la psicología de la salud no ha sido totalmente explorado, por lo que a continuación se describirán estudios que han abordado la forma en que cuatro tipo de conductas prosociales pueden influir en la regulación autonómica.

Solidaridad

La solidaridad puede entenderse como aquella relación entre personas con metas e ideales compartidos que los motiva a realizar acciones colectivas para lograr los objetivos planteados consensuadamente (Tava, 2021). Es decir, la solidaridad implica el apoyo a otras personas o causas para cubrir necesidades identificadas.

Al momento de estudiar el efecto de las conductas solidarias, se ha reportado que las personas que suelen realizar este tipo de conductas prosociales, específicamente, conductas bondadosas hacia otros, presentaron una reducción significativa después de cinco semanas en el perfil de expresión de genes de leucocitos implicados en la respuesta inflamatoria conocidos como Respuesta Conservada Transcripcional a la Adversidad (CTRA, por sus siglas en inglés) a comparación del grupo control (Nelson-Coffrey et al., 2017). Lo anterior debido a que se ha propuesto que las conductas prosociales afectan rutas neurales y endócrinas que modulan el perfil CTRA.

La importancia de la solidaridad radica en el apoyo a otras personas para afrontar situaciones

de estrés. En este sentido, se ha reportado que la solidaridad ante situaciones estresantes puede modular la VFC en beneficio de la actividad simpática durante las fases descanso-estresor-recuperación, ya que estas conductas prosociales permiten una respuesta adaptativa al estrés (Goodyke et al., 2021), tal como se postula desde la teoría polivagal. En esta misma línea, ha sido reportado que las estrategias enfocadas para el manejo de crisis y toma de decisión grupal favorecen la regulación de la tasa respiratoria de forma significativa en una sola sesión (Vicente-Ramírez et al., 2022).

Con esta breve descripción de la literatura, es posible identificar que la realización de conductas solidarias, como conductas bondadosas o de apoyo social, puede facilitar la regulación del SNA en funciones como la VFC, la respuesta inflamatoria o la tasa respiratoria.

Empatía

La empatía se puede definir como la consciencia, o toma de perspectiva, de un individuo hacia el estado emocional, físico o social de otra persona. En este sentido, se ha reportado que la actividad vagalmente mediada de la VFC (índice que refleja la actividad parasimpática) estaba asociada a los niveles de empatía de las personas (Lischke et al., 2018), lo cual implicaría un efecto bidireccional. Por un lado, las conductas empáticas pueden reducir la actividad simpática (estados de estrés) al facilitar el reclutamiento de regiones cerebrales prefrontales y paralímpicas, mientras que, por otro lado, esta activación cerebral participaría en la regulación de la VFC (principalmente en el aumento de la actividad parasimpática), para facilitar la identificación emocional en otras personas.

Por otra parte, se ha propuesto que, quienes perciben que otras personas son empáticas con ellas, suelen presentar niveles inflamatorios menores, pero quienes demuestran altos niveles de

empatía, presentan mayores niveles inflamatorios (Manczak, 2023). Esto debido a que las primeras personas perciben la empatía que reciben como un amortiguador de los eventos estresantes de su vida diaria, mientras que, para las personas que son empáticas, este tipo de acciones puede suponer una carga estresante que favorecería al síndrome de quemarse. En línea con lo anterior, se ha visto cómo las respuestas empáticas pueden producir una disminución de la temperatura periférica -fenómeno asociado al estrés-, tanto en situaciones de empatía hacia emociones positivas como negativa, aunque mayor en la segunda (Salazar-López et al., 2015).

Así, es importante considerar que, si bien la empatía tiene efectos benéficos para la regulación de la VFC, si no se instruye de forma adecuada, de tal manera que los individuos no desarrollen una sobrecarga emocional debido a la implicación excesiva en la experiencia vicaria y pueda desempeñarse como una respuesta adaptativa (Decety et al., 2012), puede ocasionar efectos secundarios en el aumento de la respuesta inflamatoria y disminución de la temperatura corporal, elementos asociados a las respuestas fisiológicas ante la enfermedad.

Cooperación

Uno de los elementos claves de la teoría polivagal es su postura acerca de cómo las conductas sociales influyeron en la evolución del sistema nervioso de los seres humanos (Porges, 2022). Por ello, no resulta extraño que varios estudios hayan encontrado relaciones entre la actividad vagal, la cual influye en la predominancia de la actividad parasimpática, y las conductas prosociales, especialmente cuando grandes amenazas ponen en riesgo a los miembros de un grupo (Beffara et al., 2016). Ejemplo de ello son los resultados de Bornemann et al. (2016) que muestran que la regulación de la VFC en favor de la actividad parasimpática aumenta la predisposición de los individuos a llevar a cabo conductas

cooperativas. Esto puede deberse a que el desarrollo filogenético del nervio vago mielinizado sobrepasa la actividad del nervio vago no-mielinizado y la actividad del sistema simpático-adrenal para facilitar las respuestas sociales (Lenfesty y Morgan, 2019).

A pesar de lo anterior, aún falta realizar estudios para demostrar la utilidad de las conductas cooperativas en la regulación de otras actividades autónomas como la termografía, la frecuencia respiratoria o la respuesta inflamatoria. Sin embargo, si se hace un enfoque a los resultados que se han reportado en otra conducta prosocial descrita parecida a la cooperación anteriormente como lo es la solidaridad, puede generarse hipótesis que posicionan las estrategias que incentiven la cooperación como elementos viables para favorecer la regulación autonómica.

Compasión

Nuevamente, retomando la importancia de las conductas sociales en la explicación filogenética dentro de la teoría polivagal, la compasión ha sido un tipo de conducta que ha recibido una gran atención. Al entender a la compasión como la respuesta afectiva ante el sufrimiento de otro ser vivo, puede concebirse como un catalizador de las conductas prosociales y la regulación autonómica gracias a la activación del nervio vago para facilitar la actividad parasimpática mediante la disminución de la frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca, y ser un factor protector para la salud al aumentar la activación del lóbulo frontal izquierdo, el cual facilita la función inmunológica (Stellar et al., 2015).

Esta función inmunológica se ve reflejada en estudios como el de Breines et al. (2014) donde reportaron que elementos como la autocompasión pueden ser un factor protector ante la respuesta inflamatoria (IL-6) resultante de eventos estresantes debido a la liberación de la oxitocina, la cual regula las respuestas ante el estrés.

Al evaluar el efecto de una intervención enfocada en conductas compasivas (meditación de la bondad amorosa), se observó que este tipo de estrategias disminuye la percepción del estrés, reflejando una menor tasa respiratoria mediante los intervalos interlatidos R-R en mediciones de VFC (Kemper y Shaltout, 2011). Estos efectos de meditación basada en la compasión también se han observado en otros biomarcadores como la respuesta inflamatoria en donde, posterior a la experiencia de un estresor, los participante que siguieron este tipo de estrategias mostraron niveles de IL-6 (Pace et al., 2009).

La explicación a estos efectos la dan Di Bello et al. (2020) al argumentar que el índice vagal cardíaco, al ser un indicador del grado de percepción de seguridad y conexión de los seres vivos a su entorno, facilita la implementación de conductas compasivas en la comunidad de las personas. En este sentido, se podría plantear una relación bidireccional en donde la capacitación en la regulación de la VFC mediante estrategias de relación puede favorecer el aprendizaje de conductas compasivas hacia otras personas o hacia sí mismos; pero también, el desarrollo y realización de este tipo de conductas prosociales pueden ser un factor de salud protector debido a su efecto sobre la actividad vagal y parasimpática.

Conclusiones

El objetivo de esta revisión fue describir algunas de las funciones del SNA como la respuesta inflamatoria, la temperatura periférica, la VFC y la frecuencia respiratoria, y su relación con el estado de la salud de los seres vivos. Posteriormente se presentó la Teoría Polivagal como el fundamento teórico que explica la relación entre el SNA y el comportamiento del ser humano a través de tres etapas filogenéticas: (1) El nervio vago no-mielinizado, (2) el desarrollo del sistema simpático-adrenal, y (3) el nervio vago mielinizado. Esta última etapa evolutiva permitió el desarrollo de la comunicación social, y aprove-

char estas interacciones para la co-regulación de las funciones autonómicas para facilitar la homeostasis.

Considerando la importancia de las interacciones sociales dentro de la teoría polivagal, se describieron publicaciones que presentan la relación de conductas prosociales como la solidaridad, la empatía, la cooperación y la compasión, con la regulación de las funciones autonómicas presentados.

Esto permite identificar áreas de oportunidad para la convergencia de las ciencias sociales y la psiconeuroinmunoendocrinología (Henao-Pérez et al., 2021), la cual es un campo que permite explorar el efecto bidireccional de las conductas de los seres humanos y los sistemas nerviosos (por ejemplo la VFC o la temperatura periférica), inmunitario (mediante la respuesta inflamatoria) y endócrino (mediante el monitoreo de liberación hormonal como la oxitocina o cortisol).

Además, permitirá el desarrollo de investigación traslacional, en donde los resultados de intervenciones realizadas desde las ciencias sociales puedan ser aprovechadas en el área de las ciencias de la salud para fomentar el bienestar social y físico de los seres humanos y su comunidad.

Referencias

- Arslan, D. y Çevik, I. (2022). Interactions between the painful disorders and the autonomic nervous system. *The Journal of the Turkish Society of Algology*, 34(3), 155–165. <https://doi.org/10.14744/agri.2021.43078>.
- Beffara, B., Bret, A., Vermeulen, N. y Mermillod, M. (2016). Resting high frequency heart rate variability selectively predicts cooperative behavior. *Physiology & Behavior*, 164, 417–428. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.06.011>.
- Bornemann, B., Kok, B., Böckler, A. y Singer, T. (2016). Helping from the heart: Voluntary up-regulation of heart rate variability predicts altruistic behavior. *Biological Psychology*, 119, 54–63. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.07.004>.
- Breines, J., Thoma, M., Gianferante, D., Hanlin, L., Chen, X. Y Rohleder, N. (2014). Self-compassion as a predictor of interleukin-6 response to acute psychosocial stress. *Brain, Behavior, and Immunity*, 37, 109–114. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.11.006>.
- Cardinalo, D. (2018). *Autonomic Nervous System: Basic and Clinical Aspects*. Springer Nature.
- Charkoudian, N. (2016). Human thermoregulation from the autonomic perspective. *Autonomic Neuroscience*, 196, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.02.007>.
- Chen, L., Deng, H., Cui, H., Fang, J., Zuo, Z., Deng, J., Li, Y., Wang, X., & Zhao, L. (2017). Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*, 9(6), 7204–7218. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.23208>.
- Decety, J., Norman, G., Berntson, G. y Cacioppo, J. (2012). A neurobehavioral evolutionary perspective on the mechanisms underlying empathy. *Progress in Neurobiology*, 98(1), 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2012.05.001>.
- Di Bello, M., Carnevali, L., Petrocchi, N., Thayer, J., Gilbert, P. y Ottaviani, C. (2020). The compassionate vagus: A meta-analysis on the connection between compassion and heart rate variability. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 116, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.06.016>.
- Fealey, R. (2013). Interoception and autonomic nervous system reflexes thermoregulation. En R. Buijs y D. Swaab (eds), *Autonomic Nervous System* (pp. 79-88). ELSEVIER B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53491-0.00007-9>.
- Goessl, V., Curtiss, J. y Hofmann, S. (2017). The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: a meta-analysis. *Psychological Medicine*, 47(15), 2578–2586. <https://doi.org/10.1017/S0033291717001003>.
- Goodyke, M., Hershberger, P., Bronas, U. y Dunn, S. (2022). Perceived social support and heart rate variability: an integrative review. *Western Journal of Nursing Research*, 44(11), 1057–1067. <https://doi.org/10.1177/01939459211028908>.
- Henao-Pérez, J., López-Medina, D., Henao-Pérez, M., Castro-Rodríguez, V. y Castrillón-Aristizábal, M. (2021). Psiconeuroinmunoendocrinología de la respuesta al estrés, el ciclo circadiano y la microbiota en la artritis reumatoide. *Revista*

- Colombiana de Psiquiatría*, 2021, 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.rcp.2021.10.003>.
- Imai, J. Y Katagiri, H. (2021). Regulation of systemic metabolism by the autonomic nervous system consisting of afferent and efferent innervation. *International Immunology*, 34(2), 67-79.
<https://doi.org/10.1093/intimm/dxab023>.
- Johnson, J., Barnard, D., Kulp, A. y Mehta, D. (2019). Neuroendocrine Regulation of Brain Cytokines After Psychological Stress. *Journal of the Endocrine Society*, 3(7), 1302-1320.
<https://doi.org/10.1210/js.2019-00053>.
- Kemper, K. y Shaltout, H. (2011). Non-verbal communication of compassion: measuring psychophysiological effects. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 11, 132.
<https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-132>.
- Kim, H., Cheon, E., Bai, D., Lee, Y. y Koo, B. (2018). Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investigation*, 15(3), 235-245.
<https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>.
- Kuhlman, K., Robles, T., Haydon, M., Dooley, L., Boyle, C. y Bower, J. (2019). Early life stress sensitizes individuals to the psychological correlates of mild fluctuations in inflammation. *Developmental Psychobiology*, 62(3), 400-408.
<https://doi.org/10.1002/dev.21908>.
- Lenfesty, H. y Morgan, T. (2019). By Reverence, Not Fear: Prestige, Religion, and Autonomic Regulation in the Evolution of Cooperation. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-13.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02750>.
- Leschak, C. y Eisenberger, N. (2019). Two distinct immune pathways linking social relationships with health: inflammatory and antiviral processes. *Psychosomatic Medicine*, 81(8), 711-719.
<https://doi.org/10.1097/PSY.00000000000000685>.
- Manczak, E. (2023). Is there a cost to caring? Dispositional affective empathy interacts with depressive symptoms to predict higher C-reactive protein 8 years later. *Biological psychology*, 180, 1-5.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2023.108573>.
- Martí-Vilar, M., Corell-García, L., Merino-Soto, C. (2019). Systematic review of prosocial behavior measures. *Revista de Psicología*, 37(1), 349-377.
<https://doi.org/10.18800/psico.201901.012>.
- McCorry L. (2007). Physiology of the autonomic nervous system. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 71(4), 78.
<https://doi.org/10.5688/aj710478>.
- Nelson-Coffey, S., Fritz, M., Lyubomirsky, S. y Cole, S. (2017). Kindness in the blood: A randomized controlled trial of the gene regulatory impact of prosocial behavior. *Psychoneuroendocrinology*, 81, 8-13.
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2017.03.025>.
- Pace, T., Negi, L., Adame, D., Cole, S., Sivilli, T., Brown, T., Issa, M. y Raison, C. (2009). Effect of compassion meditation on neuroendocrine, innate immune and behavioral responses to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, 34(1), 87-98.
<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.08.011>.
- Porges S. (2001). The polyvagal theory: phylogenetic substrates of a social nervous system. *International Journal of Psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 42(2), 123-146.
[https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(01\)00162-3](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(01)00162-3).
- Porges, S. (2007). The polyvagal perspective. *Biological psychology*, 74(2), 116-143.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.06.009>.
- Porges, S. (2021). Polyvagal theory: a biobehavioral journey to sociality. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology*, 7, 1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.cpnec.2021.100069>.
- Porges, S. (2022). Polyvagal theory: a science of safety. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 16, 1-15.
<https://doi.org/10.3389/fnint.2022.871227>.
- Rajkumar, V. (2020). Breathing rate/rhythm evaluation ascertains total health (breath): the pulmonary panacea. *International Journal of Physiotherapy and Research*, 8(5), 3609-3619.
<https://dx.doi.org/10.16965/ijpr.2020.161>.
- Rodríguez, D. y Hernández, M. (2022). Termorregulación Afectiva: Funcionamiento Biopsicosocial de la Respuesta de Estrés Social en Universitarios Post-Sismo del 19S. *Acta de Investigación Psicológica*, 11(1), 73-83.
<https://doi.org/10.22201/fpsi.20074719e.2021.1.375>.
- Rodríguez-Medina, D., Ruíz-Perial, M., Domínguez-Trejo, B., Vázquez-Ortega, J., Zamudio-Silva, P. y Ríos-Quintero, Y. (2023). ¿La respuesta psicofisiológica de estrés-relajación es la misma en todas las pacientes sobrevivientes de cáncer? *Acta de Investigación Psicológica*,

- 12(3), 86-101. <https://doi.org/10.22201/fpsi.20074719e.2022.3.464>.
- Salazar-López, E., Domínguez, E., Juárez Ramos, V., de la Fuente, J., Meins, A., Iborra, O., Gálvez, G., Rodríguez-Artacho, M. y Gómez-Milán, E. (2015). The mental and subjective skin: Emotion, empathy, feelings and thermography. *Consciousness and Cognition*, 34, 149–162. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.04.003>.
- Schlader, Z. y Vargas, N. (2019). Regulation of body temperature by autonomic and behavioral thermoeffectors. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 47(2), 116–126. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000180>.
- Schmidt, J., Joyner, M., Tonyan, H., Reid, K. y Hooten, W. (2012). Psychological and physiological correlates of a brief intervention to enhance self-regulation in patients with fibromyalgia. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 20(3), 211–221. <https://doi.org/10.3109/10582452.2012.704142>.
- Sevoz-Couche, C. y Laborde, S. (2022). Heart rate variability and slow-paced breathing: when coherence meets resonance. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 135, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104576>.
- Shaffer, F. y Ginsberg, J. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in public health*, 5, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>.
- Sherwood, E. y Toliver-Kinsky, T. (2004). Mechanisms of the inflammatory response. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 18(3), 385–405. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2003.12.002>.
- Sochocka, M., Diniz, B. y Leszek, J. (2017). Inflammatory Response in the CNS: Friend or Foe? *Molecular Neurobiology*, 54(10), 8071–8089. <https://doi.org/10.1007/s12035-016-0297-1>.
- Soni, R. y Muniyandi, M. (2019). Breath rate variability: a novel measure to study the meditation effects. *International Journal of Yoga*, 12(1), 45–54. https://doi.org/10.4103/ijoy.IJOY_27_17.
- Stellar, J., Cohen, A., Oveis, C. y Keltner, D. (2015). Affective and physiological responses to the suffering of others: compassion and vagal activity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 108(4), 572–585. <https://doi.org/10.1037/pspi0000010>.
- Tava, F. (2023). Justice, emotions, and solidarity. *Critical Review of International Social and Political Philosophy*, 26(1), 39–55. <https://doi.org/10.1080/13698230.2021.1893251>.
- Tindle, J., y Tadi, P. (2022). *Neuroanatomy, Parasympathetic Nervous System*. StatPearls Publishing.
- Vicente-Ramírez, L., Medina-Reyna, V., Rodríguez-Medina, D., Carranza-Aguilar, M., Vázquez-Ortega, J., Manjarrez-Ibarra, J. (2022). Acompañamiento psicosocial en cuidadores primarios informales: Mindfulness, calidad de vida y apoyo social a distancia. *Revista digital Internacional de Psicología y Ciencia Social*, 8(1), 1–19. <https://doi.org/10.22402/j.rdipycs.unam.e.8.01.2022.385>.
- Williams, D., Koenig, J., Carnevali, L., Sgoifo, A., Jarczok, M., Sternberg, E. y Thayer, J. (2019). Heart rate variability and inflammation: A meta-analysis of human studies. *Brain, Behavior, and Immunity*, 80, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2019.03.009>.
- Zaccaro, A., Piarulli, A., Laurino, M., Garbella, E., Menicucci, D., Neri, B. y Gemignani, A. (2018). How breath-control can change your life: a systematic review on psychophysiological correlates of slow breathing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00353>.