

SEGURIDAD POLIVAGAL

Apego, comunicación y autorregulación

Stephen W. Porges

MÁS ELOGIOS

«Nada es más práctico que una buena teoría, y la virtuosa teoría del sistema nervioso de Stephen Porges es uno de los pocos avances que definen lo que nuestra era ha aportado para conocer mejor la conexión mente-cerebro-cuerpo. Esta conexión, considerada tan a menudo y con razón el único enfoque sensato para comprender quiénes somos, se trata solo en términos muy imprecisos. El triunfo de Porges consiste en mostrar estas conexiones del sistema nervioso con gran detalle y en ayudarnos a comprender cómo su historia evolutiva determina cómo funciona actualmente, hasta el menor detalle, gesto, expresión facial o suspiro. Existe una razón por la cual profesionales de tantas disciplinas utilizan su trabajo: es uno de los retratos más detallados y auténticos del sistema nervioso del cuerpo humano; algo que solo lográbamos vislumbrar debido a enormes puntos ciegos a los que Porges ha arrojado luz. Este nuevo libro de artículos fundamentales amplía el alcance de una teoría tan importante que resulta difícil pensar en cómo era nuestro conocimiento sobre el sistema nervioso sin ella».

—**Norman Doidge**, MD, escritor, *El cerebro se cambia a sí mismo* y *The Brains's Way of Healing*.

«Este libro innovador, profundamente científico, está repleto de prácticas y potentes herramientas para ayudar a las personas a sentirse más tranquilas, más fuertes, más conectadas y con más confianza».

—**Dr. Rick Hanson**, autor de *Buddha's Brain: The Practical Neuroscience of Happiness, Love, and Wisdom*.

«Seguridad polivagal actualiza la Teoría Polivagal del doctor Porges y elabora sus aportaciones para comprender el momento actual. La teoría polivagal no es una teoría estática, sino un marco para comprender la interfaz del ser humano con el mundo. La teoría destaca nuestra necesidad de seguridad y conexión. El doctor Porges expande nuestro concepto de la mente y nos recuerda que existe un solo sistema nervioso que integra la regulación del cerebro y del cuerpo. Su teoría transdisciplinaria proporciona una neurociencia cerebro-cuerpo que subraya la naturaleza corporeizada de la mente y enfatiza que el cuerpo desempeña un papel central en cómo se regulan las personas. Esta regulación reposa en intercambios socioemocionales incorporados en los intercambios bidireccionales entre los sistemas nerviosos autónomos. Seguridad polivagal explora la aplicación de la teoría y sus potenciales perspectivas en relación con una gran variedad de temas».

—**Dr. Drew Pinsky**, especialista en medicina de adicciones.

«Este excepcional libro hace hincapié en el amplio alcance de la teoría polivagal de Porges, interpretada y aplicada a varias disciplinas y patologías. Seguridad polivagal, que destaca que nuestra necesidad humana más básica –sentirnos seguros– depende de nuestro estado autónomo, es una lectura profundamente interesante, innovadora y grata. Repleto tanto de compasión como de ciencia, ofrece unas inesperadas perspectivas importantes tanto para la vida diaria como para diferentes contextos terapéuticos, haciendo sentir profundamente al lector la importancia dominante de una conexión humana segura».

—**Pat Ogden**, PhD, fundadora del Instituto de Psicoterapia Sensoriomotriz y autora de *The Pocket Guide to Sensorimotor Psychotherapy, Trauma and the Body, and Sensorimotor Psychotherapy* (con Janina Fisher).

«Este libro imprescindible presenta los fundamentos de la brillante teoría polivagal de Stephen Porges aplicada a muchas patologías clínicas, así como a la vida y al desarrollo humano. Seguridad polivagal, rico en matices y en detalles, escrito con claridad, es un regalo inmejorable para médicos y terapeutas, así como para quienes estudian la inextricable unidad del cuerpo con la psique».

—**Dr. Gabor Maté**, autor de *When The Body Says No: Exploring the StressDisease Connection*.



SEGURIDAD POLIVAGAL

Apego, comunicación y autorregulación

Stephen W. Porges

Traducido del inglés por Montserrat Foz Casals



Gracias por comprar este libro.

Estás apoyando el trabajo de los autores y permitiendo a la editorial y a toda la cadena de suministro de libros continuar con su trabajo. Cuando compras un libro sostienes la cadena de valor del conocimiento y permites la publicación de libros minoritarios. Cuando pirateas un libro destruyes su valor y amenazas los puestos de trabajo de quienes han trabajado en él.

Nota a los lectores: Este libro no pretende ser sustituto de un consejo o tratamiento médico. Cualquier persona con una afección que requiera atención especializada debe consultar un médico o clínico cualificado. Las normas de la práctica clínica y los protocolos cambian con el tiempo, y ninguna técnica o recomendación está garantizada como segura o efectiva en todas las circunstancias. Este libro pretende ser un recurso de información general para los profesionales que ejercen en el campo de la psicoterapia y la salud mental y no sustituye a la formación adecuada, la revisión por pares o a la supervisión clínica. Ni la editorial ni los autores pueden garantizar la completa exactitud, eficacia o idoneidad de cualquier recomendación particular en todos los aspectos.



Validado por el Polivagal Institute por representar de manera precisa los principios descritos en la Teoría Polivagal.

LIBRERÍAS:

THEMA: MKM Psicología clínica

BISAC: SCI089000 Ciencia / Neurociencias

TEMAS: Tratamiento del trauma psíquico / Aspectos Fisiológicos de la Psicología / Neurociencia afectiva

Título original: *Polyvagal Safety: Attachment, Communication, Self-Regulation*

Copyright © 2021 Stephen W. Porges

Todos los derechos reservados.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Publicado originalmente por W. W. Norton & Company, Inc.,
500 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10110

© 2025 EDITORIAL ELEFTHERIA, S.L.U.

Barcelona, España

www.editorialeleftheria.com

Primera edición: Junio de 2025

Traducción: Montse Foz Casals

Maquetación: Sensi Cuadrado

Diseño de cubierta: Juan Mauricio Restrepo

Ilustración de cubierta:

ISBN: 979-13-990287-3-7

DL: B 12971-2025

Para los heroicos supervivientes del trauma
que me han enseñado a apreciar la sensación
compartida de seguridad.



ÍNDICE

Agradecimientos	13
Introducción. Historia integrada de una nueva ciencia	17
1. La neurocardiología a través de la lente de la terapia polivagal (<i>Stephen W. Porges y Jacek Kolacz</i>)	33
2. Teoría polivagal. Un viaje bioconductual hacia la socialidad (<i>Stephen W. Porges</i>)	53
3. El juego como ejercicio neuronal. Perspectivas desde la teoría polivagal (<i>Stephen W. Porges</i>)	109
4. Vías vagales. Portales hacia la compasión (<i>Stephen W. Porges</i>) ...	115
5. Terapia de yoga y teoría polivagal. La convergencia de la sabiduría tradicional y la neurociencia contemporánea para la autorregulación y la resiliencia (<i>Marlysa B. Sullivan, Matt Erb, Laura Schmalzl, Steffany Moonaz, Jessica Noggle Taylor y Stephen W. Porges</i>)	143
6. Movimiento basado en el <i>mindfulness</i> . Una perspectiva polivagal (<i>Alexander R. Lucas, Heidi D. Klepin, Stephen W. Porges y W. Jack Rejeski</i>)	183
7. Psicoterapia en grupo como ejercicio neuronal. Unir la teoría polivagal y la teoría del apego (<i>Philip J. Flores y Stephen W. Porges</i>)	209
8. Mecanismos neuronales subyacentes a la interacción ser humano-animal. Una perspectiva evolutiva (<i>C. Sue Carter y Stephen W. Porges</i>)	229

9. Presencia terapéutica. Mecanismos neurofisiológicos que median en la sensación de seguridad en las relaciones terapéuticas (<i>Shari M. Geller y Stephen W. Porges</i>)	251
10. Juego y dinámicas de tratamiento del trauma médico pediátrico. Perspectivas desde la teoría polivagal (<i>Stephen W. Porges y Stuart Daniel</i>)	279
11. La conexión cerebro-cuerpo puede mitigar los problemas sociales de las personas autistas (<i>Stephen W. Porges</i>)	295
12. Reducir las hipersensibilidades auditivas en el trastorno del espectro autista (<i>Stephen W. Porges, Olga V. Bazhenova, Elgiz Bal, Nancy Carlson, Yevgeniya Sorokin, Keri J. Heilman, Edwin H. Cook y Gregory F. Lewis</i>)	301
13. La importancia de la quietud (<i>Stephen W. Porges y Denise Winn</i>)	329
14. La pandemia de la COVID-19 es un desafío paradójico para nuestro sistema nervioso. Una perspectiva polivagal (<i>Stephen W. Porges</i>)	349
 Teoría polivagal: un manual básico. Apéndice	359
Créditos	383
Índice analítico	387
Otros materiales publicados sobre la teoría polivagal	393
Sobre el autor	395

Agradecimientos

El pasado año fue difícil para toda la humanidad al haber tenido que hacer frente a la amenaza mundial de la pandemia. Durante este periodo, hemos visto y experimentado cómo responde nuestro sistema nervioso a las señales de amenaza. Estas experiencias nos recuerdan la profunda conexión que tenemos con los demás y nuestro dolor y pena compartidos al observar el impacto del virus.

En reconocimiento a todas las personas que han contribuido a *Seguridad polivagal*, quiero, en primer lugar, reconocer el papel que la pandemia ha tenido en nuestra vida y la ayuda que muchos de nosotros hemos recibido de los profesionales anónimos que nos han ayudado a seguir funcionando. Quiero expresar mi gratitud y aprecio a quienes han servido heroicamente a la comunidad. Quiero reconocer tanto a los heroicos profesionales de la salud como a las dedicadas personas individuales que se aseguraron de que no se rompiera la cadena de suministros alimentarios y otras que generosamente nos han apoyado, como los dependientes de tiendas y conductores de camiones, a los servicios de entrega que nos permitieron pedir y recibir sin contacto artículos de primera necesidad y los productos de los que disfrutamos.

Seguridad polivagal y la pandemia están interrelacionados a nivel de conceptos, experiencias personales y calendario. El 3 de marzo de 2020, justo antes de que la ciudad de Nueva York fuera considerada el epicentro de la epidemia en Estados Unidos, me embarqué en un vuelo hacia Nueva York. Ahora estamos a mediados de junio de 2021, y llevo sin estar en un avión o en un aeropuerto más de 15 meses. El viaje a Nueva York fue memorable y transformador. Fue la última vez que hablé frente a un público

presencial. Recuerdo haber dicho a los participantes que daría abrazos y apretones de manos en el evento, pero que no podría hacerlo en un mes. Obviamente, todo, incluso mi capacidad de ser espontáneamente sociable, cambió en cuestión de una semana.

El 4 de marzo de 2020, teníamos una reunión de la organización para crear las líneas directrices del *Polyvagal Institute* (véase polyvagalinstitute.org). El *Polyvagal Institute* es ahora un instituto sin ánimo de lucro centrado en el desarrollo y la difusión de información sobre la teoría polivagal. El instituto también certificará programas, libros, organizaciones y productos que representen correctamente los principios de la teoría polivagal con la mención «de base polivagal».

El 5 de marzo, visité las oficinas de la editorial Norton y me reuní con mi editora, Deborah Malmud. En nuestra conversación, finalizamos Seguridad polivagal. Deborah sugirió el título y conceptualizó el volumen como una actualización del volumen de Norton de 2011. Estoy en deuda con Deborah por ayudarme a navegar desde el mundo de un científico académico hacia un público con una orientación clínica más amplia. Sus profundos conocimientos dieron forma al volumen actual, *Seguridad polivagal*.

Durante la pandemia, hemos visto un destacable cambio adaptativo en el funcionamiento de la sociedad. Muchos hemos tenido el privilegio de disponer de suficientes recursos y acceso a los servicios sanitarios que han permitido una rápida identificación del virus, un adecuado tratamiento y una mitigación efectiva con el seguimiento de las recomendaciones de salud pública. Estas estrategias de éxito daban por supuesto que teníamos el privilegio de disponer de suficientes recursos financieros y sociales, o acceso a internet para poder estudiar o trabajar desde casa y mantener las conexiones sociales. Con estos recursos, pudimos mantenernos sanos hasta que las vacunas estuvieron disponibles. Personalmente, mi familia y yo hemos tenido el privilegio de escapar de la infección y de no tener problemas financieros. Sin embargo, mi sistema nervioso se ha visto afectado por el aislamiento y las interacciones sociales mínimas, con el cambio resultante de mi neurocepción hacia la prudencia. Habiéndome vacunado con todas las dosis, no tengo miedo a la infección, pero soy prudente a la hora de interactuar con los demás. Obviamente, esto refleja las consecuencias en mi sistema nervioso, que ahora se ha resintonizado adaptativamente con un sesgo hacia la amenaza. En esta transición hacia, de nuevo, un mundo social más normal, me doy cuenta de que sigo aprendiendo sobre el poder de la socialidad como neuromoduladora del estado fisiológico y sobre cómo

la amenaza crónica reduce la ventana de accesibilidad social. Esta experiencia de la vida real, compartida con muchos, refuerza la importancia de la conexión y de la corregulación en nuestra vida, y hace hincapié en las profundas consecuencias del aislamiento social en la salud mental y física.

Tras la pandemia, debemos ser conscientes de la existencia de una segunda pandemia. Esta segunda pandemia es la consecuencia de los millones de personas cuyo sistema nervioso se ha resintonizado por la amenaza crónica de la pandemia; amenaza tanto del virus como del impacto del virus en las estructuras sociales y económicas de nuestra sociedad. No todas las unidades familiares están seguras e, incluso más que en momentos óptimos, el abuso y la negligencia prevalecen. Debemos ser más conscientes de las personas vulnerables y de cómo la sociedad —marginando a grupos— resintoniza los sistemas nerviosos, creando mayores riesgos de tener problemas de salud mental y física. *Seguridad polivagal* es un volumen oportuno porque nos ayuda a comprender cómo el contexto (a través de la neurocepción) influye en nuestro estado fisiológico, el cual, a su vez, influye en nuestro comportamiento y en el comportamiento de los demás.

Durante los quince meses que hemos estado trabajando en *Seguridad polivagal*, las lecciones de la pandemia se pueden resumir como el tema y el título del libro. La teoría polivagal nos ofrece la perspectiva de considerar la seguridad como una sensación sentida que promueve la socialidad necesaria que da como resultado una salud mental y física óptimas. Al leer los capítulos, apreciarás la influencia de mis coautores en nuestra colaboración, ampliando la aplicación de la teoría polivagal, pero permaneciendo fieles a la importancia de sentirnos seguros.

Quiero agradecer el apoyo que he recibido de mi familia. Mi esposa, Sue, que ha escuchado pacientemente mis ideas en su transformación de vagos pensamientos a expresiones concretas en mis charlas y artículos. A nuestros hijos, Eric y Seth, que me han dado el mayor de los placeres: la oportunidad de verlos expresar su creatividad y su humanidad. Y a nuestra nieta Minna, cuya sonrisa y curiosidad dan sentido a nuestra vida.

Por encima de todo, quiero dar las gracias a los heroicos supervivientes de traumas, que han compartido sus viajes personales. Escuchando sus relatos, he sentido una verdadera sensación de humildad y he experimentado una profunda sensación de gratitud al saber que mis perspectivas han sido útiles.



INTRODUCCIÓN

HISTORIA INTEGRADA DE UNA NUEVA CIENCIA

Cuando se conceptualizó por primera vez la teoría polivagal, no la consideré como un modelo expansivo que fuera a cambiar el paradigma. Al desarrollarla, pensé que era congruente con la investigación y la teoría precedentes. En cierto modo, pensé que era el siguiente paso evidente. Durante los veinticinco años posteriores a la presentación inicial de la teoría polivagal, a través de mis experiencias con la comunidad científica de varias disciplinas, me di cuenta de que la teoría proporciona el marco para una nueva ciencia cerebro-cuerpo o mente-cuerpo.

Además, descubrí que, a medida que las disciplinas del campo de la salud adoptaban la teoría, se podía integrar una nueva estrategia de orientación polivagal en los modelos de tratamiento en la salud mental y física. Dicha estrategia se centraría en emplear el sistema nervioso del cliente o paciente como colaborador en un viaje compartido hacia el bienestar. La adopción de esta estrategia pondría de relieve que la búsqueda de seguridad por parte del cuerpo está integrada en las acciones del sistema nervioso para promover la salud. Por consiguiente, la seguridad y la amenaza no son solo constructos psicológicos, sino que tienen paralelismos en el sistema nervioso autónomo.

Cuando el sistema nervioso autónomo se encuentra en un estado de calma y de accesibilidad, los tratamientos para los trastornos tanto mentales como físicos se pueden implementar de manera eficiente. En cambio, cuando el sistema nervioso autónomo está en un estado de defensa y de vulnerabilidad, entonces se encuentra en un estado antagonista que atenúa la efectividad del tratamiento. En términos más simples: la teoría desveló las estructuras y los portales a través de los cuales puede implantarse nues-

tra búsqueda neurobiológica de seguridad a través de la conexión con los demás.

Cuando se presenta una nueva teoría, su accesibilidad intelectual depende de varias características históricas complejas y, a menudo, no reconocidas. Sobre todo, es necesario comprender (1) las teorías precedentes, (2) el lenguaje utilizado para describir los constructos hipotéticos que ilustran las funciones descritas en la teoría y (3) las preguntas que la teoría se propone responder. Como la evolución es un principio organizativo en la teoría polivagal, en la cual se proponen estructuras neuroanatómicas para facilitar funciones adaptativas específicas, es necesario conocer la evolución de los vertebrados y la neuroanatomía de la regulación neuronal del sistema nervioso autónomo para un diálogo crítico. Además, como la teoría lleva a hipótesis comprobables basadas en ajustes dinámicos de la función autónoma, es necesario un conocimiento sofisticado de las métricas de medición (por ejemplo, análisis de series temporales).

Los científicos se centran y se asocian intelectualmente con grupos afines, definidos por un compromiso compartido de estudiar problemas comunes. Ven el mundo a través de sus preguntas de investigación, de las teorías implícitas y explícitas, y de sus metodologías. Mis orígenes científicos están arraigados en el mundo de la psicofisiología, una ciencia que surgió en los años sesenta para estudiar cómo las respuestas fisiológicas se producen en paralelo con fenómenos psicológicos como el esfuerzo mental, la atención, la expectativa, la detección de estímulos, la toma de decisiones, la veracidad y la preferencia.

Cuando presenté por primera vez la teoría polivagal, la teoría de la activación era la prevalente en la psicofisiología. Aunque gozaba de una larga e influyente historia en la ciencia, tenía un modelo subyacente relativamente simplista. Básicamente, subrayaba que la activación era un constructo lineal que indexaba una dimensión de bajos a altos niveles de activación que se podían medir o inferir a partir de la observación del comportamiento o de la fisiología. La relación entre la activación y el desempeño a menudo se representaba como una función en forma de U invertida, en la que el rendimiento óptimo se producía en un rango medio, mientras que un mal rendimiento se observaba en niveles de activación bajos y altos. Esta relación se conocía como la ley Yerkes-Dodson (Yerkes y Dodson, 1908). Metafóricamente, la activación representaba la energía del sistema nervioso humano. Se comprendía fácilmente, ya que, cuando se reflejaba comportamentalmente, se podía cuantificar como una mayor actividad, y cuan-

do se reflejaba autónomamente, se podía observar como aumentos en la transpiración y en la frecuencia cardiaca.

Las primeras investigaciones psicofisiológicas daban por sentado que las mediciones autónomas periféricas proporcionaban indicadores de activación sensibles. Esta visión se basaba en un conocimiento rudimentario del sistema nervioso autónomo, en el que cambios en la actividad electrodérmica (por ejemplo, la transpiración) y en el latido cardíaco se consideraban indicadores precisos de actividad simpática. A medida que la teoría de la activación se fue desarrollando, se daba por sentada la continuidad entre las respuestas autónomas periféricas y los mecanismos centrales (véase Darrow et al., 1942), y se asumía que la actividad simpática se daba en paralelo a la activación del cerebro. Según esta suposición, los órganos influenciados por las fibras eferentes simpáticas —como las glándulas sudoríparas, los vasos sanguíneos o el corazón— eran potenciales indicadores de actividad límbica o cortical (Duffy, 1957; Lindsley, 1951; Malmo, 1959).

Aunque las vías específicas relativas a estos diferentes niveles nunca se describieron y siguen siendo vagas, la actividad electrodérmica (por ejemplo, la respuesta electrogalvánica de la piel o GSR) y la frecuencia cardíaca se convirtieron en el principal foco de investigación durante la primera época de la Sociedad para la Investigación Psicofisiológica. Ello se debía a su supuesta inervación simpática y, en parte, al hecho de poder medirlas. Por defecto, este énfasis creó un marco investigador que dejaba de lado varios factores importantes:

- (a) las influencias parasimpáticas (por ejemplo, vagales),
- (b) las interacciones entre los procesos simpáticos y parasimpáticos,
- (c) los aferentes autónomos periféricos,
- (d) las estructuras reguladoras centrales,
- (e) la naturaleza adaptativa y dinámica del sistema nervioso autónomo,
- (f) las diferencias filogenéticas y ontogenéticas de la organización y la función estructural.

La teoría polivagal proponía un modelo no lineal más complejo de regulación autónoma, centrado en vías neuronales identificables y potencialmente medibles que contribuyen a la regulación autónoma mediante un sistema de retroalimentación definible que podría promover la función homeostática. La teoría requería una conceptualización de la regulación autónoma que resultaba complicada para los psicofisiólogos. En aquella época, la psicofisiología insistía en una representación descendente de la función del sistema nervioso central en una fisiología periférica medible

(por ejemplo, patrones de respuesta autónoma). Por consiguiente, muchos psicofisiólogos proponían que la cuantificación sistemática de las respuestas autónomas periféricas proporcionaría información fiable relacionada con la función cerebral y los procesos mentales. Antes de la teoría polivagal, mi investigación coincidía con esta perspectiva descendente. Por ejemplo, escribí un artículo titulado *Heart Rate Patterns in Neonates: A Potential Diagnostic Window to the Brain (Patrones de frecuencias cardíacas en neonatos: una potencial ventana diagnóstica del cerebro)* (Porges, 1983).

En 1994, cuando se presentó la teoría polivagal, mi visión sobre la regulación neuronal del sistema nervioso autónomo había cambiado. En aquella época, estaba trabajando en lo que llamé «la paradoja vagal». Las vías neuronales subyacentes a la solución plausible de la paradoja se convirtieron en la teoría polivagal. A diferencia de los modelos de trabajo prevalentes de mis colegas, la teoría polivagal hacía hincapié en la comunicación bidireccional entre el cerebro y los órganos viscerales representados en el sistema nervioso autónomo. La aceptación de la teoría confrontaba a los científicos con la posibilidad plausible de que los órganos viscerales periféricos pudieran influir en los procesos cerebrales, incluidos los procesos cognitivos y emocionales que se suponía que se originaban en el cerebro.

La teoría polivagal no encajaba dentro de los límites de la teoría de la activación, aunque pudiera proporcionar una explicación neuronal de la teoría de la activación. La teoría de la activación encajaba en un modelo anticuado, pero todavía enseñado, de un sistema nervioso autónomo que interpretaba la activación como una competición entre los sistemas nerviosos simpático y parasimpático. No obstante, no ofrecía ninguna explicación sobre cómo se podía producir una baja activación con un aumento de actividad del sistema nervioso parasimpático.

La teoría polivagal requería una estrategia de cuantificación diferente, y se tenía que desarrollar una nueva familia de métricas (por ejemplo, la arritmia sinusal respiratoria como índice de la regulación vagal del corazón) para controlar con precisión la regulación dinámica del sistema nervioso autónomo. La teoría alentaba a los científicos a mirar más allá de los niveles medios de las variables y a estudiar las periodicidades en la señal fisiológica que representaban las características del sistema de retroalimentación que evolucionó para promover la homeostasis. Las metodologías de las series temporales complementaban las estadísticas descriptivas, y las nuevas mediciones podían describir las alteraciones sistemáticas en torno al

valor de ajuste. En mi mundo, esto se observaba como variaciones periódicas en la frecuencia cardiaca en torno a la media o valor de ajuste del corazón. Por ejemplo, las variaciones periódicas del ritmo cardiaco con una frecuencia de respiración espontánea definen la arritmia sinusal respiratoria y, neurofisiológicamente, reflejan la retroalimentación entre el corazón y el tronco encefálico a través del vago ventral. La amplitud de esta oscilación es un índice válido de un componente de tono vagal cardiaco que está siendo mediado a través de la vía vagal ventral mielinizada hacia el nodo sinoauricular, el marcapasos del corazón. En la preparación para el movimiento, o durante este, la amplitud de esta oscilación se mitiga para optimizar la influencia del sistema nervioso simpático sobre el corazón, aumentar el gasto cardiaco y promover la movilización. La mitigación de este bucle de retroalimentación también representa la mitigación del papel que el sistema nervioso autónomo juega para mantener la homeostasis.

Conceptualmente, podemos considerar la amplitud de la arritmia sinusal respiratoria como un índice del grado en que el sistema nervioso autónomo sostiene o bien la homeostasis o bien el movimiento corporal, a menudo como apoyo a las reacciones comportamentales de lucha y huida ante la amenaza. Además, como la amplitud de la arritmia sinusal respiratoria representa la fuerza del freno vagal, controlando esta arritmia estamos controlando funcionalmente la reserva homeostática del sistema nervioso autónomo ante los retos que solemos etiquetar como «estrés». Por consiguiente, la alteración de la homeostasis sería un indicador preciso y medible del impacto de las dificultades, y podría ser una definición más funcional del estrés que los niveles de hormonas suprarrenales (por ejemplo, de cortisol). A través de la lente de la teoría polivagal, la homeostasis tiene un significado más matizado, que implica el estado de los circuitos de retroalimentación que suponen la comunicación bidireccional entre los órganos y el tronco encefálico. El modelo autónomo tradicional daba por supuesto que la homeostasis era relativamente estable y que se mantenía mediante las aportaciones contrapuestas de las divisiones simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo, aunque no elaboraba las vías implicadas en los circuitos de retroalimentación que determinan la homeostasis. La teoría polivagal, con su énfasis en la comunicación bidireccional entre las estructuras cerebrales y los órganos viscerales, presupone que la homeostasis se describe mejor no solo mediante un valor de ajuste estático, sino que requiere una evaluación adicional de las alteraciones sistemáticas en torno a dicho valor.

Sorprendentemente, se reconoce poco el importante papel de los aferentes viscerales que discurren principalmente a través del vago desde cada órgano visceral hasta un centro en el tronco cerebral, aportando la información relevante para garantizar que el rendimiento de los órganos promueva la homeostasis. Sin una métrica sensible para evaluar la regulación neuronal que mantiene los órganos viscerales, la medicina es incapaz de detectar la alteración precedente en la regulación neuronal que precede al daño orgánico.

Aunque las vías sensoriales del vago funcionan como sistema de vigilancia que continuamente actualiza los centros regulatorios del tronco encefálico con información sobre el estado de los órganos, en la formación de los médicos no se hace hincapié en esta conceptualización de la retroalimentación dinámica en la regulación de los órganos viscerales. A pesar de que en los modelos de evaluación de los órganos viscerales predomine la evaluación del órgano afectado mediante biopsia y pruebas de sangre, los médicos no suelen sacar provecho de la vigilancia constante de dichos órganos a través de las vías vagales u otras vías neuronales.

Si tienes curiosidad por esta afirmación, pregunta a su internista qué ha aprendido sobre las fibras sensoriales que conectan el cerebro con los órganos que tratan (por ejemplo, el corazón, el riñón, el hígado o el pulmón).

En el telón de fondo de la teoría de la activación, el sesgo hacia métricas estáticas de la función autónoma (por ejemplo, frecuencia cardíaca en reposo, tensión arterial) y el conocimiento limitado sobre cómo la regulación dinámica del sistema nervioso autónomo puede mantener o alterar la homeostasis, la teoría polivagal surgió en una mañana de octubre de 1994. Presenté el marco inicial de la teoría durante mi discurso presidencial en la reunión anual de la Sociedad para la Investigación Psicofisiológica en Atlanta (Estados Unidos). Esa presentación se formalizó en forma de manuscrito y se publicó en la revista de la sociedad *Psychophysiology* (Porges, 1995). En ese momento, mi objetivo era recopilar los principios extraídos de mis últimos veinticinco años de investigación y retar a mi disciplina a explorar la reactividad autónoma desde una nueva perspectiva. Aunque varios de los principios eran novedosos, las cuestiones generales eran conocidas por los psicofisiólogos, interesados en explorar la utilidad de controlar los patrones de frecuencia cardíaca para obtener más información sobre los procesos mentales y relativos a la salud. Mi discurso fue bien recibido por mis colegas, y yo preveía que la formulación de la teoría impulsaría la investigación dentro de la psicofisiología, proporcionando una

perspectiva alternativa sobre el papel que el sistema nervioso autónomo juega en la regulación de los procesos mentales, el estado fisiológico y el comportamiento.

En ese momento, no esperaba para nada que la teoría polivagal diera lugar a perspectivas clínicas, intervenciones y nuevos enfoques sobre la salud mental y física.

Durante los siguientes veinticinco años, a medida que se fue desarrollando la ciencia de la regulación neuronal del sistema nervioso autónomo, nuestro conocimiento sobre cómo la teoría nos informa sobre el comportamiento humano y la salud fue creciendo. Paralelamente al desarrollo del conocimiento científico, la teoría evolucionó para incluir nuevos constructos propuestos para integrar y traducir este nuevo conocimiento en una mejor comprensión de la salud mental.

Cuatro nuevos constructos, brevemente descritos en los siguientes párrafos, nos proporcionaron un lenguaje para comunicar las importantes características de la teoría a los terapeutas. Las publicaciones que documentan la introducción de estos constructos están enumeradas en la tabla 1 y se han reimpreso en *The Polyvagal Theory: Neurophysiological Foundations of Emotions, Attachment, Communication, Self-regulation* (Porges, 2011).

FRENO VAGAL

El freno vagal refleja la influencia inhibitoria de las vías vagales sobre el corazón, la cual reduce la frecuencia intrínseca del marcapasos del corazón (Porges et al., 1996). Si el vago no tuviera influencia sobre el corazón, la frecuencia cardiaca aumentaría espontáneamente, sin ningún cambio en la excitación simpática. La frecuencia cardiaca intrínseca en adultos jóvenes y saludables es de aproximadamente noventa latidos por minuto. Sin embargo, la frecuencia cardiaca basal es notablemente más lenta debido a la influencia del vago, que funciona como un freno vagal.

El freno vagal representa las acciones de activar y desactivar la influencia vagal sobre el marcapasos del corazón. Las tareas que requieren esa activación y desactivación sistemática pueden conceptualizarse como ejercicios neuronales que mejoran su funcionamiento, incluyendo la autorrelajación y la autorregulación. Se supone que el freno vagal media a través del vago ventral mielinizado. Aunque las fibras vagales no mielinizadas parecen intervenir en la bradicardia clínica en neonatos pretérmino, este

proceso no ha sido conceptualizado dentro del constructo del freno vagal. El funcionamiento del freno vagal es un constructo fundacional en la teoría polivagal y está implicado en la disminución de las defensas y en la promoción de la accesibilidad social que puede evolucionar hacia la corregulación.

SISTEMA DE CONEXIÓN SOCIAL

El sistema de conexión social tiene un componente somatomotor (es decir, control neuronal de los músculos estriados) y un componente visceromotor (es decir, control neuronal de los músculos de los órganos viscerales) (Porges, 1998). El componente somatomotor implica vías eferentes viscerales especiales que regulan los músculos de la cara y la cabeza. El componente visceromotor incluye el vago supradiafragmático mielinizado ventral, que regula el corazón y los bronquios.

Funcionalmente, el sistema de conexión social emerge desde una conexión corazón-cara que coordina el corazón con los músculos faciales y cefálicos. Su función inicial es coordinar la succión, la deglución, la respiración y la vocalización. Una coordinación atípica de este sistema al inicio de la vida es un indicador de dificultades posteriores en el comportamiento social y la regulación emocional. A través del sistema de conexión social, las personas transmiten su estado fisiológico en la voz y la expresión facial. Los terapeutas astutos detectan intuitivamente estas señales y corregulan a sus clientes hacia estados más calmados y accesibles.

NEUROCEPCIÓN

La neurocepción es el proceso mediante el cual el sistema nervioso evalúa el riesgo de forma inconsciente (Porges, 2003). Este proceso automático implica áreas del cerebro que detectan señales de seguridad, peligro y amenaza vital. Cuando se detectan esas señales, el estado fisiológico cambia automáticamente para optimizar la supervivencia. Aunque normalmente no somos conscientes de los estímulos que desencadenan la neurocepción, sí percibimos el cambio fisiológico (es decir, la intercepción). A veces lo notamos como sensaciones en la barriga o el corazón, o como una intuición de que el contexto es peligroso. Alternativamente, este sistema también puede activar estados fisiológicos que favorecen la confianza, los comportamientos de conexión social y el establecimiento de relaciones robustas. La neurocepción no siempre es precisa. Una neurocepción defectuosa puede ser una reacción adaptativa que sesga la evaluación hacia

el riesgo aunque no lo haya, o hacia la seguridad cuando sí hay amenaza. Las personas con historial de trauma experimentan con frecuencia una neurocepción sesgada.

BANDA DE FRECUENCIA DE VENTAJA PERCEPTUAL

La banda de frecuencia de ventaja perceptual representa el rango de frecuencia acústica en el que los miembros de una especie vocalizan para comunicar señales de seguridad e interacciones sociales positivas (Porges y Lewis, 2010). Esta banda, basada en la física de las estructuras del oído medio, determina los rangos específicos en los que se emiten dichas señales. Las vocalizaciones dentro de esta banda indican seguridad y calman el estado interno de quien las escucha. Por el contrario, las vocalizaciones fuera de esta banda pueden señalar peligro o amenaza, alterando el estado interno del oyente. Estas interpretaciones se basan en la historia filogenética de los vertebrados.

A frecuencias elevadas, las vocalizaciones pueden representar llamadas de auxilio que alertan a otros miembros de la especie. Un ejemplo es el llanto de un bebé, que se produce en un rango alto del espectro auditivo humano y provoca respuestas de consuelo por parte del cuidador. Los sonidos graves por debajo del umbral inferior de esta banda se asocian de forma instintiva a señales de amenaza vital. Evolutivamente, las vocalizaciones graves solían provenir de grandes depredadores.

Por tanto, los sonidos con mucha energía por encima o por debajo de esta banda pueden activar respuestas de lucha-huida o comportamientos de paralización, propios de la simulación de la muerte. El protocolo *Safe and Sound* es una intervención acústica que actúa como ejercicio neuronal del sistema de conexión social, centrándose en esta frecuencia de ventaja perceptual. Para más información sobre esta intervención, puede consultarse *Integrated Listening Systems* (<https://integratedlistening.com/porges/>).

Con estos constructos, la teoría puede informar a los terapeutas y transformar sus estrategias de tratamiento. Conociéndolos, pueden emplear más eficazmente el sistema nervioso de sus clientes como colaborador en un viaje compartido hacia el bienestar. Además, utilizando su propio sistema de conexión social para proyectar señales de seguridad, los terapeutas pueden guiar a sus clientes desde estados de corregulación hacia la autorregulación y la resiliencia.

A medida que la teoría fue evolucionando desde la investigación básica en laboratorio hacia aplicaciones clínicas y otros contextos, también surgió un nuevo lenguaje para comunicar sus constructos a un público más amplio, incluyendo profesionales clínicos y sus pacientes.

En los veinticinco años posteriores a la formulación inicial, la teoría polivagal ha evolucionado y se ha transformado. Buena parte de esa transformación ha sido motivada por mis experiencias y colaboraciones en diversos ámbitos clínicos. Desde su concepción, miles de investigadores han citado la teoría para explicar sus hallazgos, y decenas de miles de terapeutas y clientes la han aplicado para comprender el impacto del estrés crónico y el trauma en la salud mental y física. Su influencia ha traspasado los límites disciplinares.

Tabla I.1.

Constructo	Cita
Freno vagal	Porges, S. W., Doussard-Roosevelt, J. A., Portales, A. L., y Greenspan, S. I. (1996). Infant regulation of the vagal «brake» predicts child behavior problems: A psychobiological model of social behavior. <i>Developmental Psychobiology</i> , 29(8), 697–712.
Sistema de conexión social	Porges, S. W. (1998). Love: An emergent property of the mammalian autonomic nervous system. <i>Psychoneuroendocrinology</i> , 23(8), 837–861.
Neurocepción	Porges, S. W. (2003). Social engagement and attachment: A phylogenetic perspective. <i>Annals of the New York Academy of Sciences</i> , 1008(1), 31–47.
Banda de frecuencia de ventaja perceptual	Porges, S. W., y Lewis, G. F. (2010). The polyvagal hypothesis: Common mechanisms mediating autonomic regulation, vocalizations and listening. En S. M. Brudzynski (ed.), <i>Handbook of behavioral neuroscience: Handbook of mammalian vocalization</i> (vol. 19, pp. 255–264). Nueva York: Elsevier.

La accesibilidad es crítica a la hora de traducir el conocimiento científico en un lenguaje comprensible para terapeutas y para el público general. La mayoría de las revistas revisadas por pares tienen suscripciones caras que limitan su lectura a quienes tienen afiliaciones académicas. Aunque algunos artículos se publiquen en revistas de acceso abierto, no están escritos para el público general.

A medida que ciertos aspectos de la teoría se han vuelto más accesibles gracias a internet y a los libros, científicos y profesionales creativos e intuitivos han incorporado sus ideas en la investigación básica y en los tratamientos terapéuticos. Una búsqueda rápida en *Google Scholar* identifica más de 10 000 citas en artículos revisados por pares, mientras que una búsqueda en Google encuentra más de 500 000 páginas web, y YouTube ofrece una amplia selección de vídeos con visualizaciones acumuladas que superan el millón.

Con el tiempo, la teoría se ha integrado en enfoques clínicos y han surgido terapias basadas en la teoría polivagal. En 2018, Deb Dana y yo editamos un libro titulado *Clinical Applications of the Polyvagal Theory: The Emergence of Polyvagal-Informed Therapies* (Porges y Dana, 2018), en el que terapeutas independientes y creativos de diversas disciplinas escribieron capítulos mostrando cómo integraron la teoría en su práctica. Editar ese libro fue una experiencia transformadora, que me dejó con una profunda gratitud al ver cómo la teoría se ha incorporado en el trabajo creativo de otras personas.

Tras conversaciones más recientes con Deborah Malmud, directora de Norton Professional Books, decidimos crear un libro que recogiera artículos relevantes publicados básicamente después de *The Polyvagal Theory* (Porges, 2011). *Seguridad polivagal* es fruto de esas conversaciones. Este libro nos ofrece la oportunidad de compartir nuestro conocimiento ampliado de la teoría desde la publicación del volumen original.

Al leer este libro, recuerda que el conocimiento científico en el que se basa la teoría se ha ampliado desde 1994. Lo que se conoce ahora no equivale a la información disponible en el momento en que se formuló la teoría. Asimismo, ten en cuenta el valor de una teoría para aportar explicaciones plausibles a observaciones clínicas y cómo se pone a prueba. En general, las teorías explican fenómenos y rara vez se demuestra si son verdaderas o falsas. Más bien, se actualizan con datos de la investigación o se sustituyen por otras teorías más eficaces para explicar los fenómenos. A lo largo de las publicaciones posteriores a la formulación inicial, el lector puede ob-

servar cómo la teoría se ha ido perfeccionando, sin perder el foco en sus implicaciones clínicas. El trabajo colectivo sigue subrayando que nuestra salud mental y física solo puede prosperar cuando el sistema nervioso autónomo se encuentra en un estado de seguridad.

La teoría polivagal no es una teoría estática, sino un marco para organizar información y estructurar hipótesis. Es una teoría sobre nuestra interfaz humana con el mundo y nuestra necesidad de seguridad y conexión a través de relaciones de confianza. Desde la perspectiva polivagal, solo hay un sistema nervioso que integra la regulación del cerebro y del cuerpo. Funcionalmente, proporciona una neurociencia del cerebro-cuerpo que relaciona la comunicación social con la regulación del sistema nervioso autónomo.

Es una teoría indiferente a la dirección causal de las comorbilidades mentales y físicas. Se centra en los sistemas de retroalimentación que promueven la homeostasis, propone definiciones operativas del estrés (por ejemplo, alteración de la homeostasis) y destaca el papel del estado autónomo tanto en la creación de vulnerabilidades como en las oportunidades de rehabilitación y sanación.

Al leer este libro, te animo a compartir mi entusiasmo por el descubrimiento, aprendiendo a apreciar los maravillosos atributos de ser mamíferos humanos. El libro contiene catorce capítulos que presentan ejemplos de elaboraciones teóricas, empíricas y aplicadas recientes de la teoría. El apéndice constituye un capítulo adicional: un manual básico que resume sus fundamentos.

REFERENCIAS

- Darrow, C. W., Jost, H., Solomon, A. P., y Mergener, J. C. (1942). Autonomic indicators of excitatory and homeostatic effects on the electroencephalogram. *Journal of Psychology*, 14, 115–130.
- Duffy, E. (1957). The psychological significance of the concept of «arousal» or «activation». *Psychological Review*, 64, 265–275.
- Lindsley, D. (1951). Emotion. En S. S. Stevens (ed.), *Handbook of experimental psychology* (pp. 473–516). Nueva York: Wiley.
- Malmo, R. B. (1959). Activation: A neurophysiological dimension. *Psychological Review*, 66, 367–386.
- Porges, S. W. (1983). Heart rate patterns in neonates: A potential diagnostic window to the brain. En T. M. Field y A. M. Sostek (eds.), *Infants*

born at risk: Physiological and perceptual responses (pp. 3–22). Nueva York: Grune and Stratton.

Porges, S. W. (1995). Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*, 32(4), 301–318.

Porges, S. W. (1998). Love: An emergent property of the mammalian autonomic nervous system. *Psychoneuroendocrinology*, 23(8), 837–861.

Porges, S. W. (2003). Social engagement and attachment: A phylogenetic perspective. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008(1), 31–47.

Porges, S. W. (2011). *The Polyvagal Theory: Neurophysiological foundation of emotions, attachment, communication, self-regulation*. Nueva York: Norton.

Porges, S. W. y Dana, D. A. (2018). *Clinical applications of the Polyvagal Theory: The emergence of polyvagal-informed therapies*. Nueva York: Norton.

Porges, S. W., Doussard-Roosevelt, J. A., Portales, A. L., y Greenspan, S. I. (1996). Infant regulation of the vagal «brake» predicts child behavior problems: A psychobiological model of social behavior. *Developmental Psychobiology*, 29(8), 697–712.

Porges, S. W. y Lewis, G. F. (2010). The polyvagal hypothesis: Common mechanisms mediating autonomic regulation, vocalizations and listening. En S. M. Brudzynski (ed.), *Handbook of behavioral neuroscience: Handbook of mammalian vocalization* (Vol. 19, pp. 255–264). Nueva York: Elsevier.

Yerkes, R. M. y Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18(5), 459–482.



SEGURIDAD POLIVAGAL



LA NEUROCARDIOLOGÍA A TRAVÉS DE LA LENTE DE LA TEORÍA POLIVAGAL

Stephen W. Porges y Jacek Kolacz

LA CONEXIÓN CEREBRO-CUERPO EN MEDICINA

El conocimiento y la experiencia enmarcan nuestra comprensión sobre cómo interactúan el cerebro y el sistema nervioso autónomo. Lo que aprendemos influye en cómo formulamos las preguntas de investigación y probamos las hipótesis. A medida que se amplía nuestro conocimiento sobre la neurofisiología del sistema nervioso autónomo, cambia el alcance de la investigación. Este nuevo conocimiento impregna poco a poco la formación médica y repercute, de forma aún más lenta, en la comprensión y el tratamiento de las patologías por parte del personal médico.

La conceptualización del sistema nervioso autónomo en la formación médica no ha seguido el ritmo de desarrollo de las conexiones bidireccionales entre el cerebro y los órganos viscerales que ha descrito la investigación neurofisiológica. Dicha formación ofrece pocas oportunidades para aprender cómo los circuitos neuronales del cerebro regulan los órganos periféricos y aún menos para conocer cómo estos órganos influyen en el funcionamiento cerebral. Este conocimiento limitado lleva a que muchos médicos desconozcan las vías que podrían promover la salud o causar disfunciones. Cuando los diagnósticos son negativos y no se observa ninguna alteración funcional o estructural medible en el órgano, este desconocimiento puede llevar a asumir que los síntomas de la persona no son creíbles. Las especialidades médicas suelen centrarse en órganos concretos, lo que genera disciplinas que estudian los órganos sin tener en cuenta su regulación neuronal. Esta estrategia puede ser insuficiente cuando hay una disfunción sistémica más general, ya que puede provocar la aparición de

disfunciones en más de un órgano (es decir, comorbilidades). Con frecuencia, si no se detecta una alteración funcional concreta, se presupone que el trastorno no tiene base fisiológica y es meramente psicológico. Esta conclusión limita las posibilidades de apoyo y tratamiento médico, y pone en riesgo a la persona. A menudo se atribuyen causas psicológicas a varios trastornos porque se desconocen las vías neuronales implicadas y porque la intensidad de los síntomas suele estar relacionada con situaciones estresantes.

Uno de los objetivos de disciplinas integradoras como la neurocardiología es describir objetivamente la relación entre el sistema nervioso y los órganos viscerales. Entre quienes estudian la regulación neuronal del corazón y otros órganos viscerales, existe el conocimiento compartido de que las estructuras cerebrales y los órganos periféricos están interconectados mediante vías neuronales que envían señales en ambas direcciones: del órgano al tronco encefálico y viceversa. Estos circuitos de comunicación bidireccional ofrecen mecanismos regulatorios dinámicos que permiten que el cerebro influya en los órganos viscerales y que estos órganos informen e influyan en el funcionamiento cerebral. Esta premisa es la base de la teoría polivagal y un supuesto fundamental de la neurocardiología.

PERSPECTIVAS HISTÓRICAS SOBRE LA CONEXIÓN CEREBRO-CUERPO

La conceptualización contemporánea de la comunicación bidireccional entre los órganos viscerales y el cerebro se basa en el trabajo de Walter Hess. En 1949, Hess recibió el Premio Nobel de Medicina por su trabajo sobre el control central de los órganos internos, que cambió el paradigma. Su discurso de aceptación del Nobel, titulado «El control central de la actividad de los órganos internos», fue tanto profético como histórico. Proporciona el contexto dentro del cual emergieron el desarrollo, la aplicación y la aceptación de disciplinas neuroautónomas como la neurocardiología. Este contexto aporta los valores contradictorios de promover un mejor conocimiento de las dinámicas de la regulación neuronal de un sistema nervioso integrado y de estar al mismo tiempo restringido por métodos experimentales reduccionistas y paradigmas limitados.

Un hecho reconocido desde la antigüedad es que todo organismo vivo no es la suma de múltiples procesos unitarios, sino que, debido a las interrelaciones y a niveles jerárquicos de control, constituye una unidad

inquebrantable. Cuando la investigación examina procesos aislados, estos deben ser extraídos de su contexto. Esta separación experimental implica inevitablemente un sacrificio biológico. Los hallazgos cuantitativos de cualquier cambio material y energético solo conservan su significado completo si se comprenden como partes de un orden natural. Así, las leyes que rigen la cohesión orgánica y la organización del todo a partir de las partes suponen una incertidumbre biológica, especialmente cuando el avance de la especialización amenaza con dificultar su comprensión. Este es precisamente el contenido del discurso de Hess, centrado en los mecanismos neuronales mediante los cuales la actividad de los órganos internos se adapta a condiciones cambiantes y se ajusta como parte de un sistema interrelacionado de funciones. Ampliar el conocimiento en este sentido no solo satisface la necesidad humana de comprender, sino que también contribuye al arte práctico de la sanación, pues el ser humano, en la salud y en la enfermedad, no es solo la suma de sus órganos, sino un organismo integral. (Hess, 1949)

La visión de Hess de un sistema nervioso integrado, que implica interacciones bidireccionales mutuas y dinámicas entre el cerebro y los órganos viscerales, no ganó terreno dentro de la formación médica tradicional. En cambio, dicha formación confirmó la advertencia de Hess: los avances en la especialización, con la aparición de subdisciplinas médicas, amenazan nuestra capacidad de comprender la organización que va del órgano al organismo como un todo.

Pocos médicos conocen la decisiva investigación de Hess y su advertencia contra la división del cuerpo en sistema nervioso central y sistemas nerviosos periféricos. Desde el punto de vista de Hess, solo existe un sistema nervioso integrado. En lugar de adoptar su visión clarividente, la formación médica siguió dependiendo de un modelo anterior y más limitado del sistema nervioso autónomo, propuesto por Langley en 1921. Este modelo sigue siendo el predominante en la enseñanza médica actual.

Si no me crees, pregúntale a un cardiólogo, un nefrólogo, un hepatólogo, un gastroenterólogo o incluso a un internista más ecléctico si algunas vías neuronales específicas podrían generar síntomas disfuncionales. Si responde afirmativamente, pregúntale qué prueba neuronal confirmaría esa hipótesis. También puedes preguntarle si la ansiedad, la depresión o el estrés crónico podrían estar relacionados o ser causa de la disfunción de un órgano. Y, finalmente, si los tratamientos médicos en órganos periféricos podrían contribuir, mediante retroalimentación aferente, a ciertos síntomas específicos al influir sobre el cerebro. Estas preguntas revelan las enormes

carencias de conocimiento sobre el papel del sistema nervioso en la salud y la enfermedad.

Langley, distinguido profesor de fisiología en la Universidad de Cambridge, propuso en 1898 el término *sistema nervioso autónomo* para describir «el sistema simpático y el sistema nervioso aliado formado por los nervios craneales y sacros, y el sistema nervioso local intestinal» (Langley, 1898, p. 270). Colectivamente, el funcionamiento autónomo de los nervios craneales y sacros definía el sistema nervioso parasimpático, y el sistema intestinal se denominó «sistema nervioso entérico». En el primer párrafo de su obra clásica *The Autonomic Nervous System, Part I* (1921), ofrecía su definición: «el sistema nervioso autónomo está formado por células nerviosas y fibras nerviosas mediante las cuales los impulsos eferentes se dirigen a tejidos distintos del músculo estriado multinuclear».

La visión de Langley describe un sistema compuesto por vías eferentes y órganos diana viscerales: un modelo descendente que excluye las estructuras cerebrales implicadas en la regulación y las vías aferentes que informan al cerebro del estado de los órganos periféricos.

De hecho, su modelo no incluye los elementos necesarios para una regulación basada en retroalimentación. Un sistema así requeriría un regulador central conectado con la periferia mediante vías motrices y sensoriales. Así, Langley desplazó la visión expandida de un sistema nervioso corporal integrado propuesta por Bernard (1865) y descrita por Darwin (1872), basada en una comunicación bidireccional entre el cerebro y los órganos viscerales.

Considerar las respuestas autónomas sin su retroalimentación aferente corresponde a la definición limitada de Langley (1921), que excluía la influencia de las fibras sensoriales presentes en la mayoría de las vías motrices viscerales. Aunque en ocasiones su definición se amplía para incluir vías aferentes y estructuras centrales (como la médula o el hipotálamo), los manuales actuales siguen centrándose en los componentes motores. Esta visión minimiza el papel de las aferencias y de las áreas cerebrales implicadas en la regulación, y restringe el estudio dinámico de la función reguladora del sistema nervioso autónomo.

La regulación visceral y el mantenimiento de la homeostasis presuponen un sistema de retroalimentación con tres componentes imprescindibles: estructuras motrices, sensoriales y regulatorias. Desde una perspectiva sistémica, el sistema nervioso autónomo incluye vías aferentes que transmiten información sobre los órganos viscerales, áreas cerebrales que inter-

prestan esa información y centros reguladores que modulan la actividad motora dirigida a los órganos.

Darwin (1872) ya aportó una visión histórica sobre la importancia del vago en la comunicación bidireccional entre cerebro y corazón. Aunque se centró en las expresiones faciales como base de las emociones, reconoció la relación dinámica entre el vago y la actividad del sistema nervioso central en la expresión emocional. Especuló que existían vías neuronales capaces de enlazar estructuras cerebrales con órganos periféricos, generando patrones específicos de actividad autónoma asociados a las emociones. Por ejemplo:

Cuando la mente está muy estimulada, podemos esperar que ello afecte instantáneamente de forma directa al corazón, y esto se reconoce universalmente. Cuando el corazón se ve afectado, reacciona sobre el cerebro, y el estado del cerebro de nuevo reacciona mediante el nervio neumogástrico [vago] en el corazón de manera que, bajo cualquier estimulación, habrá mucha acción y reacción mutuas entre ellos, los dos órganos más importantes del cuerpo. (Darwin, 1872, p. 69)

Para Darwin, cuando se produce un estado emocional, el latido del corazón cambia instantáneamente (es decir, mediante los eferentes vagales) y el cambio en la actividad cardíaca influye en la actividad cerebral (es decir, mediante los aferentes vagales). No dilucidó los mecanismos neurofisiológicos que traducen la expresión emocional inicial al corazón. Darwin no disponía de nuestro conocimiento actual de la anatomía del tronco encefálico y de la neurofisiología del vago. En esa época, no se sabía que las fibras vagales se originaban en varios núcleos medulares y que las ramas del vago ejercían un control sobre la periferia mediante diferentes sistemas de retroalimentación. Sin embargo, la afirmación de Darwin es importante porque pone el acento en la retroalimentación aferente desde el corazón hacia el cerebro, independiente de la médula espinal y del sistema nervioso simpático, así como en el papel regulador del nervio neumogástrico (renombrado como «vago» a finales del siglo XIX) en la expresión de las emociones.

Darwin atribuyó estas ideas a Claude Bernard como ejemplo de regulación del sistema nervioso del *milieu intérieur* (el medio interior). De conformidad con la psicofisiología y la neurocardiología más contemporáneas, Claude Bernard consideraba el corazón como un sistema de respuesta primaria capaz de reaccionar a todas las formas de estimulación sensorial. Destacaba explícitamente la potencia de las vías del sistema nervioso

central hacia el corazón (Cournand, 1979). Se puede presuponer que estas vías transcurrían por el vago. Estas ideas fueron expresadas por Claude Bernard en la siguiente observación:

En el hombre, el corazón no es solamente el órgano central de circulación de la sangre, es un centro influido por todas las influencias sensoriales. Pueden transmitirse desde la periferia a través de la médula espinal, desde los órganos a través del sistema nervioso simpático o desde el propio sistema nervioso central. De hecho, los estímulos sensoriales procedentes del cerebro muestran sus efectos más fuertes en el corazón. (Cournand, 1979, p. 118)

Bernard y Darwin, al valorar la importancia de la retroalimentación aferente en la regulación neuronal del corazón, pueden ser considerados como los fundadores históricos de la neurocardiología. Langley no fue el único que minimizó la posible comunicación bidireccional entre los órganos viscerales y el cerebro. Walter Cannon (1927), otro fisiólogo emblemático, propuso que las respuestas autónomas asociadas con las emociones son impulsadas principalmente por las estructuras cerebrales y transmitidas mediante las vías simpáticas-suprarrenales para sostener los comportamientos de lucha-huida. La visión de Cannon contradecía la de William James (1884), quien proponía que la retroalimentación aferente desde el cuerpo es lo que enmarca la experiencia emocional. La visión de Cannon fue aceptada de buena gana y se fusionó con los puntos de vista de Hans Selye (1936, 1956) para dominar las opiniones contemporáneas de la fisiología del estrés. Quizás la falta de sofisticación fisiológica de James y la incapacidad de describir las vías neuronales mediante las cuales la retroalimentación aferente viajaba de la periferia al cerebro contribuyeron a este sesgo. Las respuestas de estrés generalizadas descritas por Cannon y Selye enfatizaban el sistema nervioso simpático y las suprarrenales. Estas visiones minimizaban el papel del vago y no reconocían el papel primario de las vías vagales aferentes como un sistema de vigilancia en la regulación fisiológica y emocional, comunicando el estado de los órganos a las estructuras cerebrales.

A medida que los investigadores intentan comunicar y traducir sus hallazgos y conceptualizaciones en la práctica clínica, siguen enfrentándose con los productos de una formación médica que conceptualizó el sistema nervioso autónomo dentro de los límites de la definición de Langley. Este modelo restringido ha influido en el conocimiento general y en la conceptualización médica de la comunicación entre el cerebro y los órganos

viscerales. En el mejor de los casos, los médicos reconocen la comunicación descendente del cerebro a los órganos, aunque prácticamente todos tienen un conocimiento limitado sobre las vías aferentes que controlan los órganos viscerales y que informan a los centros cerebrales encargados de regularlos.

En parte, el modelo de Langley fue malinterpretado, ya que su contribución representaba un progreso importante al proporcionar un principio organizador de la regulación eferente de los órganos viscerales. No fue propuesto como alternativa a las características más integradoras de la regulación visceral planteada cincuenta años antes por Bernard. Desde un punto de vista histórico, es importante reconciliar estas discontinuidades a medida que la ciencia y la práctica clínica se reintegran en disciplinas neuroautónomas como la neurocardiología. Fue justamente en la búsqueda de un modelo más integrativo de la regulación neuronal del sistema nervioso autónomo cuando surgió la teoría polivagal (Porges, 1995, 1998, 2001b, 2007, 2009, 2011).

LA PARADOJA VAGAL: ORIGEN DE LA TEORÍA POLIVAGAL

La teoría polivagal surgió de una paradoja observada al estudiar los patrones de frecuencia cardiaca en fetos humanos y recién nacidos. En obstetricia y neonatología, la bradicardia es un índice clínico de riesgo que se supone que está mediado por el vago. En la misma población clínica, la variabilidad de la frecuencia cardiaca latido a latido es un índice clínico de resiliencia y también se considera mediado por el vago. Si el tono vagal cardíaco es un indicador positivo de salud en un feto o neonato al monitorearlo mediante la variabilidad de la frecuencia cardiaca, ¿cómo puede ese mismo tono vagal ser un indicativo negativo cuando se manifiesta como bradicardia? La investigación en animales ha demostrado que ambas señales pueden alterarse seccionando las vías vagales hacia el corazón o mediante un bloqueo farmacológico (es decir, atropina), interfiriendo así con la acción inhibitoria del vago sobre el nodo sinoauricular (Porges, 1995).

La resolución de la paradoja fue resultado de observar que, a través de la evolución del sistema nervioso autónomo de los vertebrados, los mamíferos desarrollaron dos vías vagales eferentes. Una de ellas tiene un ritmo respiratorio, es exclusiva de los mamíferos, está mielinizada, se origina en un área del cerebro conocida como núcleo ambiguo, transcurre principalmente hasta los órganos por encima del diafragma e interactúa dentro del

tronco encefálico con estructuras (es decir, el complejo vagal ventral) que regulan los músculos estriados de la cara y la cabeza. La otra no tiene un ritmo respiratorio, se observa en prácticamente todos los vertebrados, no está mielinizada, transcurre principalmente hasta los órganos por debajo del diafragma y se origina en una región del tronco encefálico conocida como «núcleo dorsal del vago».

ARRITMIA DEL SENO RESPIRATORIO: UN ÍNDICE DEL TONO VAGAL CARDIACO

Para explorar la diferencia entre la bradicardia mediada por el vago y la variabilidad de la frecuencia cardíaca también mediada por el vago, debemos comprender los mecanismos neuronales que intervienen en ambas respuestas. El mecanismo que produce una bradicardia masiva es bien conocido: consiste en un aumento de la inhibición vagal sobre el nodo sinoauricular, y puede reproducirse mediante estimulación eléctrica directa del vago o indirectamente a través de áreas del tronco encefálico. Sin embargo, estos experimentos no permiten distinguir entre la actividad vagal tónica de fondo y la actividad provocada por una estimulación aguda. Tampoco diferencian de forma selectiva entre las vías vagales mielinizadas y no mielinizadas. Además, la manipulación de cambios agudos en la actividad vagal aferente no ofrece información sobre los mecanismos que producen variaciones tónicas en la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

En los mamíferos sanos, el corazón no late a una frecuencia constante. Aunque la frecuencia de activación intrínseca del nodo sinoauricular —el marcapasos del corazón— puede ser relativamente estable, esta frecuencia está modulada por la inhibición transitoria del marcapasos a través de las vías vagales. Cuando la frecuencia respiratoria espontánea se refleja en el patrón de frecuencia cardíaca, se denomina *arritmia sinusal respiratoria* (ASR).

Existen referencias a la ASR desde principios del siglo XX. Wundt afirmaba que «los movimientos respiratorios [...] a menudo van acompañados de fluctuaciones del pulso, cuya rapidez aumenta en la inspiración y disminuye en la espiración» (Wundt, 1902). Hering (1910) destacó la relación funcional entre la amplitud de la ASR y el tono vagal cardíaco. Según Hering, la respiración constituye una prueba funcional del control vagal del corazón. Afirma: «Es sabido con la respiración que una disminución demostrable de la frecuencia cardíaca es indicativa del funcionamiento de los nervios

vagos». La neurofisiología contemporánea respalda estas primeras observaciones (Dergacheva et al., 2010). Dado que los mecanismos neuronales que median la ASR se consideran, con razón, un resultado funcional de las vías vagales eferentes mielinizadas, nuestra investigación se ha centrado en la ASR y no en otras métricas de la variabilidad de la frecuencia cardíaca cuyos orígenes aún no se han definido con claridad.

TEORÍA POLIVAGAL

Cambios filogenéticos en los sistemas nerviosos autónomos de los vertebrados

Rastreando los cambios evolutivos en los vertebrados, emerge un patrón filogenético según el cual en los mamíferos evolucionaron las dos vías vagales que van hasta el corazón. Este patrón se podría describir como tres fases evolutivas durante las cuales los circuitos neuronales evolucionaron para regular el corazón. Durante la primera fase, los vertebrados contaban con un vago no mielinizado, con vías eferentes originadas en un área del tronco encefálico parecida al complejo vagal dorsal, que contenía el origen de las vías eferentes y la terminación de las vías aferentes. Con la evolución de los vertebrados, se desarrolló un sistema nervioso simpático vertebral. Finalmente, con la aparición de los mamíferos, hubo una transición en la forma en que se regulaba el sistema nervioso autónomo. Durante dicha transición, algunas de las células del origen del vago migraron ventralmente desde el núcleo dorsal del vago hacia el núcleo ambiguo. Durante este proceso evolutivo, muchas de las fibras vagales eferentes originadas en el núcleo ambiguo se mielinizaron y se integraron en la función de la regulación de las vías eferentes viscerales especiales del tronco encefálico, las cuales regulaban los músculos estriados de la cara y de la cabeza. Langley (1921) propuso la interesante hipótesis de un cambio filogenético en las fibras vagales, coincidente con esta descripción de la teoría polivagal (Porges, 1995):

La hipótesis que sugeriría como causa aproximada de la existencia de los dos tipos de fibras nerviosas es que las células con fibras no meduladas [no mielinizadas] fueron las primeras en la filogenia en migrar desde el sistema nervioso, produciéndose una migración posterior cuando tuvo lugar una nueva especialización de las células nerviosas centrales, y que las células de esta migración dieron lugar a las fibras meduladas [mielinizadas].

Según esta hipótesis, las dos formas de células embrionarias han persistido en varios grados en diferentes vertebrados, dando lugar cada forma a su propio tipo de axón. (Langley, 1921, p. 25)

En los mamíferos, las vías vagales no mielinizadas originadas en el núcleo dorsal del vago regulan básicamente los órganos por debajo del diafragma, aunque algunas de estas fibras vagales no mielinizadas terminan en el nodo sinoauricular. La teoría polivagal plantea la hipótesis de que estas fibras vagales no mielinizadas permanecen dormidas hasta que hay una amenaza vital y, probablemente, se potencian durante la hipoxia y en los estados en los que la influencia del *input* vagal mielinizado hasta el corazón está deprimido. Esta secuencia es observable en la frecuencia cardiaca en fetos humanos, cuando es más probable que se produzca la bradicardia cuando la influencia tónica de las vías vagales mielinizadas, manifestada en la ASR, es baja (Reed et al., 1999).

En los vertebrados ancestrales, la vía vagal no mielinizada que emergía del tronco encefálico era un componente crítico de la regulación neuronal de todas las vísceras. Este sistema bidireccional reducía la producción metabólica cuando los recursos eran bajos, como en momentos de carencia de oxígeno. El sistema nervioso de los vertebrados primitivos no necesitaba mucho oxígeno para sobrevivir y podía reducir la frecuencia cardiaca y las demandas metabólicas cuando caían los niveles de oxígeno. Por lo tanto, este sistema constituía un sistema de conservación que, en los mamíferos, se adaptó como sistema de defensa primitivo manifestado como una muerte fingida y respuestas de síncope y disociación promovidas por el trauma. Como este sistema de defensa podía ser letal en los mamíferos con mayor consumo de oxígeno, funcionaba como última opción para sobrevivir. La mayoría de los vertebrados comparten las vías motrices vagales no mielinizadas filogenéticamente más antiguas y, en los mamíferos, cuando no se emplean como sistema de defensa, sirven para sostener la salud, el crecimiento y la restauración a través de la regulación neuronal de los órganos subdiafragmáticos (es decir, los órganos internos por debajo del diafragma).

El circuito vagal mielinizado con eferentes que se origina en la zona del tronco encefálico llamada núcleo ambiguo es exclusivo en los mamíferos. Las vías motrices vagales mielinizadas más recientes regulan los órganos supradiafragmáticos (por ejemplo, el corazón y los pulmones) y se integran en el tronco encefálico con estructuras que regulan los músculos estriados de la cara y de la cabeza mediante unas vías eferentes viscerales especiales,

dando como resultado un sistema de conexión social funcional. Este circuito vagal más nuevo reduce la frecuencia cardíaca y promueve los estados de calma.

La aparición del sistema de conexión social

La integración de las vías vagales cardíacas mielinizadas con la regulación neuronal de la cara y de la cabeza dio lugar al sistema de conexión social de los mamíferos. Como se ilustra en la figura 1.1, los productos del sistema de conexión social consisten en un componente somatomotor y un componente visceromotor. El componente somatomotor incluye unas vías eferentes viscerales especiales que regulan los músculos estriados de la cara y de la cabeza. El componente visceromotor incluye el vago supradiafragmático mielinizado que regula el corazón y los bronquios.

Funcionalmente, el sistema de conexión social surge de una conexión corazón-cara que coordina el corazón con los músculos de la cara y de la cabeza. La función inicial del sistema es coordinar la succión, la deglución, la respiración y la vocalización. Una coordinación atípica de este sistema en una etapa temprana de la vida es un indicador de posteriores dificultades en el comportamiento social y en la regulación emocional.

Cuando está completamente activado, se expresan dos características bioconductuales importantes de este sistema. En primer lugar, el estado corporal se regula de forma eficiente para promover el crecimiento y la restauración (por ejemplo, la homeostasis visceral). Funcionalmente, esto se logra mediante un aumento de la influencia de las vías motrices vagales mielinizadas sobre el marcapasos cardíaco para reducir la frecuencia cardíaca, inhibir los mecanismos de lucha o huida del sistema nervioso simpático, amortiguar el sistema de respuesta al estrés del eje hipotalámico-hipofisario-suprarrenal (HHS) (responsable de la liberación de cortisol) y reducir la inflamación modulando las reacciones inmunitarias (por ejemplo, las citoquinas; Porges, 2007). En segundo lugar, la conexión cara-corazón, filogenéticamente perteneciente a los mamíferos, sirve para transmitir el estado fisiológico a través de la expresión facial y la prosodia (entonación de la voz), así como para regular los músculos del oído medio para controlar la respuesta de frecuencia de escucha (Porges, 2007, 2009, 2011; Porges y Lewis, 2010; Kolacz et al., 2018).

Los núcleos de origen del tronco encefálico del sistema de conexión social se ven influidos por las estructuras cerebrales superiores (es decir, influencias descendentes) y por los aferentes viscerales (es decir, influencias

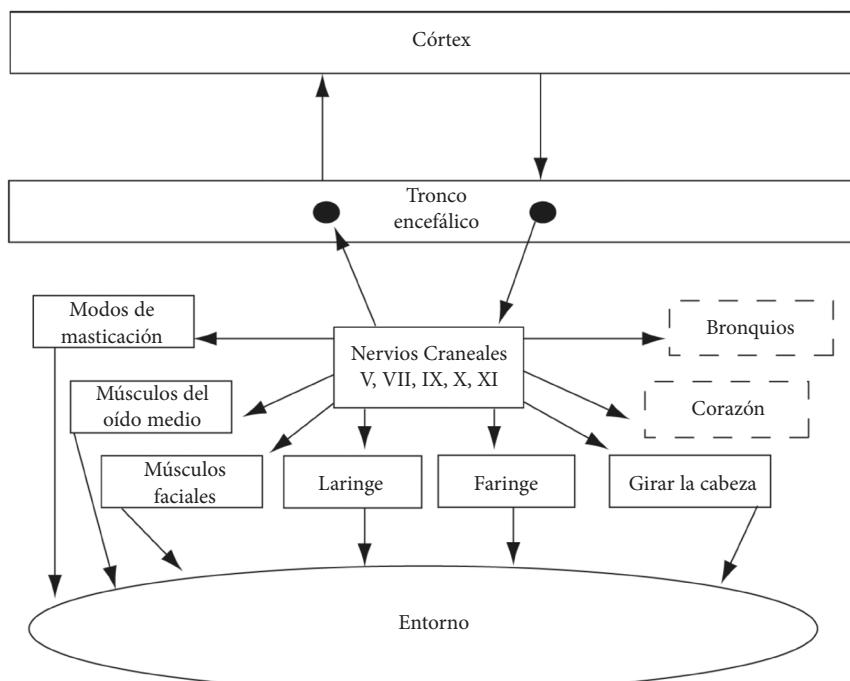
ascendentes). Las vías corticobulbares directas reflejan la influencia de las áreas frontales de la corteza (es decir, de las neuronas motrices superiores) en los núcleos de origen medulares de este sistema. Las influencias ascendentes ocurren mediante la retroalimentación a través del vago aferente (por ejemplo, tracto solitario), transmitiendo información desde los órganos viscerales hasta las zonas medulares (por ejemplo, el núcleo del tracto solitario), influyendo tanto en los núcleos originales de este sistema como en las áreas del cerebro anterior que se supone que están implicadas en varios trastornos psiquiátricos (Craig, 2005; Thayer y Lane, 2000, 2007). Además, las estructuras anatómicas implicadas en el sistema de conexión social mantienen interacciones neurofisiológicas con el eje HHS, los neuropéptidos sociales (por ejemplo, la oxitocina y la vasopresina) y el sistema inmunitario (Carter, 1998; Porges, 2001a).

Los aferentes desde los órganos diana del sistema de conexión social, incluyendo los músculos de la cara y de la cabeza, también proporcionan un *input* aferente potente hacia los núcleos de origen que regulan los componentes tanto viscerales como somáticos del sistema de conexión social. El núcleo de origen del nervio facial forma el borde del núcleo ambiguo, y los aferentes desde el nervio trigémino proporcionan un *input* sensorial primario al núcleo ambiguo. Por lo tanto, el complejo vagal ventral, formado por el núcleo ambiguo y los núcleos de los nervios trigémino y faciales, está funcionalmente relacionado con la expresión y la experiencia de la emoción. La activación del componente somatomotor (por ejemplo, escuchar, ingerir, levantar los párpados) podría desencadenar cambios viscerales que sostendrían la conexión social, mientras que la modulación del estado visceral —dependiendo de si existe un aumento o una disminución de la influencia de los eferentes vagales mielinizados en el nodo sinoauricular (es decir, un aumento o una disminución de la influencia del freno vagal)— promovería o impediría los comportamientos de conexión social (Porges, 1995, 2007). Por ejemplo, una estimulación de estados viscerales que promoviera la movilización (es decir, comportamientos de lucha o huida) impediría la capacidad de expresar comportamientos de conexión social.

La conexión cara-corazón permitió a los mamíferos detectar si un conspecífico estaba en un estado fisiológico calmado y seguro para acercarse a él, o en un estado fisiológico altamente movilizado y reactivo, durante el cual la interacción sería peligrosa. La conexión cara-corazón permite simultáneamente a un individuo indicar seguridad mediante patrones de

expresión facial y entonación vocal, y potencialmente calmar a un conepecífico alterado para formar una relación social. Cuando el nuevo vago de los mamíferos funciona óptimamente en las interacciones sociales (es decir, inhibiendo la excitación simpática que promueve los comportamientos de lucha-huida), las emociones están bien reguladas, la prosodia vocal es rica y el estado autónomo promueve comportamientos de conexión social tranquilos y espontáneos. El sistema cara-corazón es bidireccional y, en él, el circuito vagal mielinizado más nuevo que influye en las interacciones sociales —y las interacciones sociales que influyen en el funcionamiento vagal para optimizar la salud— atenúan los estados fisiológicos relacionados con el estrés, promoviendo el crecimiento y la restauración. La comunicación social y la capacidad de corregular las interacciones, mediante sistemas de conexión social recíprocos, producen una sensación de conexión, que es una importante característica que define la experiencia humana.

Figura 1.1. El sistema de conexión social está compuesto por un componente somatomotor (bloques lisos) y un componente visceromotor (bloques rayados). El componente somatomotor incluye vías eferentes viscerales especiales que regulan los músculos estriados de la cara y de la cabeza, mientras que el componente visceromotor incluye el vago mielinizado que regula el corazón y los bronquios.



Disolución

El sistema nervioso humano, similar al de otros mamíferos, evolucionó no solo para sobrevivir en entornos seguros, sino también para promover la supervivencia en contextos peligrosos y de amenaza vital. Para lograr esta flexibilidad adaptativa, el sistema nervioso autónomo de los mamíferos, además de la vía vagal mielinizada que está integrada en el sistema de conexión social, retuvo dos circuitos neuronales primitivos más para regular las estrategias defensivas (es decir, los comportamientos de lucha y huida y de muerte simulada). Es importante notar que el comportamiento social, la comunicación social y la homeostasis visceral son incompatibles con los estados fisiológicos que promueven la defensa. Las estrategias de respuesta polivagal ante los desafíos están ordenadas filogenéticamente, siendo los componentes más recientes del sistema nervioso autónomo los que responden primero. Este modelo de reacción autónoma concuerda con el constructo de disolución de John Hughlings Jackson (1884), en el que propone que «las disposiciones nerviosas superiores inhiben (o controlan) las inferiores y, por consiguiente, cuando las superiores de repente quedan inservibles, las inferiores aumentan su actividad». En esta jerarquía de respuestas adaptativas, el circuito de conexión social más reciente se usa primero; si este circuito no puede proporcionar seguridad, se van empleando los circuitos más antiguos secuencialmente.

Neurocepción

La teoría polivagal propone que la evaluación neuronal del riesgo no requiere percepción consciente y que funciona a través de circuitos neuronales compartidos con nuestros ancestros vertebrados filogenéticos. Así, se introdujo el término *neurocepción* para enfatizar un proceso neuronal, distinto de la percepción, capaz de distinguir las características ambientales (y viscerales) que son seguras, peligrosas o potencialmente letales (Porges, 2003, 2004). En entornos seguros, el estado autónomo se regula adaptativamente para atenuar la activación simpática y proteger el sistema nervioso central dependiente de oxígeno, especialmente la corteza, de las reacciones metabólicamente conservadoras del complejo vagal dorsal (por ejemplo, del síncope vasovagal). La neurocepción se propone como un mecanismo reflexivo capaz de cambiar instantáneamente el estado fisiológico. La neurocepción es un mecanismo plausible de mediación tanto de la expresión como de la alteración del comportamiento social positivo, la regulación de las emociones y la homeostasis visceral.

La neurocepción puede ser activada por detectores de características que incluyen áreas de la corteza temporal que se comunican con el núcleo central de la amígdala y con la sustancia gris periacueductal, ya que las reacciones límbicas están moduladas por las respuestas de la corteza temporal ante movimientos biológicos que incluyen las voces, las caras y los movimientos con las manos. Integrada en el constructo de la neurocepción se encuentra la capacidad del sistema nervioso de reaccionar ante la intención de esos movimientos. La neurocepción descodifica funcionalmente e interpreta el propósito supuesto de los movimientos y los sonidos de objetos inanimados y vivos. Este proceso ocurre inconscientemente. Aunque no solemos ser conscientes de los estímulos que desencadenan diferentes respuestas neuroceptivas, somos conscientes de las reacciones de nuestro cuerpo. Por consiguiente, la neurocepción de individuos familiares e individuos con voces adecuadamente prosódicas y caras cálidas y expresivas se traduce en una interacción social positiva, lo cual promueve una sensación de seguridad.

El estado autónomo es una variable interviniente

La teoría polivagal propone que el estado fisiológico es una parte fundamental —y no una secuela— de la emoción y del estado de ánimo. Según esta teoría, el estado autónomo funciona como una variable interviniente que sesga nuestra detección y evaluación de las señales ambientales. Dependiendo del estado fisiológico, las mismas señales serán reflexivamente evaluadas como neutras, positivas o amenazantes. Funcionalmente, un cambio de estado modificará el acceso a diferentes estructuras cerebrales y promoverá, bien la comunicación social, bien los comportamientos defensivos de lucha-huida o de desconexión. La investigación contemporánea sobre el impacto de la estimulación del nervio vagal en la función cognitiva y la regulación emocional respalda este modelo (Groves y Brown, 2005). La teoría destaca el vínculo bidireccional entre el cerebro y las vísceras, que podría explicar cómo los pensamientos cambian la fisiología, y cómo el estado fisiológico influye en los pensamientos. Cuando las personas cambian sus expresiones faciales, la entonación de la voz, el patrón de respiración y su postura, también están modificando su fisiología, básicamente a través de circuitos que incluyen las vías vagales mielinizadas hacia el corazón.

El papel de los aferentes viscerales en la regulación del corazón

El foco prevalente de los estudios que investigan la regulación neuronal del corazón ha sido el de las vías eferentes que emergen de los núcleos del

tronco encefálico y de los ganglios simpáticos. Se ha investigado poco la influencia de los aferentes viscerales en esta regulación y cómo estas influencias se manifiestan en el control del corazón y de otros órganos viscerales. Esto se debe, en parte, al sesgo hacia los eferentes en la formación médica, que ha derivado en una conceptualización limitada de la regulación neuronal del corazón. Sin embargo, este sesgo está cambiando gracias a los estudios que exploran los efectos de la estimulación del nervio vagal, un modelo ascendente que se centra en el vago como nervio aferente (aproximadamente el 80 % de las fibras vagales son sensoriales).

Resulta interesante que los efectos secundarios de dicha estimulación suelen deberse a la influencia sobre las vías eferentes. Estos efectos se observan principalmente en características del sistema de conexión social, como cambios en la voz o dificultades de deglución (Ben-Menachem, 2001). En algunos casos, la estimulación afecta a órganos subdiafragmáticos mediante las vías eferentes, provocando diarrea (Sanossian y Haut, 2002). A medida que la estimulación del nervio vagal se aplica con mayor frecuencia a distintos trastornos médicos, se va comprendiendo mejor el papel del *input* de los aferentes vagales en el funcionamiento neurofisiológico (por ejemplo, la epilepsia), el estado emocional (por ejemplo, la depresión) y la cognición (por ejemplo, el aprendizaje y la atención) (Howland, 2014; Sanossian y Haut, 2002).

Según la teoría polivagal, los núcleos de origen del vago mielinizado están regulados por complejos circuitos neuronales que incluyen tanto los aferentes viscerales (es decir, ascendentes) como las estructuras cerebrales superiores (es decir, descendentes), que influyen en los núcleos del tronco encefálico que controlan tanto el vago mielinizado como los músculos estriados de la cara y de la cabeza (es decir, el sistema de conexión social). A medida que se incorpora el conocimiento sobre los aferentes viscerales al estudio del sistema nervioso autónomo, clínicos e investigadores empiezan a reconocer las manifestaciones del control vagal del corazón en pacientes con diversos trastornos de los órganos periféricos.

Más que interpretar la regulación neuronal atípica del corazón como reflejo de una enfermedad cardiaca específica, las comorbilidades se entienden como manifestaciones de una disfunción sistémica, en línea con las visiones premonitorias de Walter Hess. Varias enfermedades crónicas que afectan a órganos subdiafragmáticos específicos (por ejemplo, riñón, páncreas, hígado, intestinos, genitales, etc.) presentan características identificables que han llevado a tratamientos focalizados en los órganos (por

ejemplo, medicación, cirugía). Sin embargo, otros trastornos que afectan a la calidad de vida, como el síndrome del intestino irritable y la fibromialgia, se definen por síntomas no específicos.

La literatura relaciona estos trastornos crónicos inespecíficos con una regulación vagal atípica del corazón, reflejada en una menor variabilidad de la frecuencia cardiaca (Mazurak et al., 2012; Staud, 2008). Según estos hallazgos, se ha sugerido usar la variabilidad de la frecuencia cardiaca como biomarcador para estos trastornos. No obstante, la teoría polivagal propone una interpretación alternativa: en lugar de interpretarla como biomarcador de una enfermedad concreta, la variabilidad deprimida de la frecuencia cardiaca se considera un marcador neurofisiológico de una resintonización difusa del sistema nervioso autónomo tras una reacción compleja adaptativa ante una amenaza.

Esta hipótesis es coherente con los vínculos entre el historial de abuso —especialmente abuso sexual en mujeres— y la aparición de trastornos clínicos inespecíficos como el síndrome del intestino irritable y la fibromialgia. Además, el estrés emocional puede intensificar los síntomas y dificultar una recuperación positiva, mientras que el trauma puede activarlos o agravarlos (Clauw, 2014; Whitehead et al., 2007). Proponemos que una respuesta neuronal inicialmente adaptativa a una amenaza, a través de la retroalimentación aferente visceral desde los órganos hasta el tronco encefálico, puede desencadenar una reorganización crónica de la regulación autónoma, observada tanto en la menor variabilidad de la frecuencia cardiaca como en el funcionamiento alterado de los órganos subdiafragmáticos y en la expresión del dolor aferente.

CONCLUSIÓN

La neurocardiología es una disciplina emergente que permite estudiar la comunicación bidireccional entre el cerebro y el corazón. Considerando a los organismos vivos como sistemas fisiológicos dinámicos, adaptativos, interactivos e interdependientes, se vuelve evidente que el sistema nervioso autónomo no puede tratarse como funcionalmente independiente del sistema nervioso central. Según la teoría polivagal, el corazón no flota en un mar visceral: está anclado, metafóricamente, a estructuras centrales mediante vías eferentes, y manda señales constantes a estas estructuras mediante abundantes vías aferentes. Por tanto, la evaluación y el tratamiento del funcionamiento cardiaco, así como la identificación de disfunciones

S O B R E E L A U T O R

El doctor Stephen W. Porges es un distinguido científico académico de la Universidad de Indiana, donde es director fundador del Consorcio de Investigación sobre el Estrés Traumático en el Kinsey Institute. Es profesor de Psiquiatría en la Universidad de Carolina del Norte y profesor emérito en la Universidad de Illinois en Chicago y en la Universidad de Maryland. Ha sido presidente de la Sociedad de Investigación Psicofisiológica y de la Federación de Asociaciones en Ciencias Comportamentales y Cerebrales, y ha sido premiado con el *Research Scientist Development Award del National Institute of Mental Health*. Ha publicado más de 350 artículos científicos revisados por pares en varias disciplinas, incluyendo anestesiología, ingeniería biomédica, medicina de cuidados intensivos, ergonomía, fisiología del ejercicio, gerontología, neurología, neurociencia, obstetricia, pediatría, psiquiatría, psicología, psicometría, medicina del espacio y abuso de sustancias.

Porges es el experto mundial en la relación entre el sistema nervioso autónomo —un sistema neuronal que supervisa mayormente funciones inconscientes como la frecuencia cardíaca y la digestión— y el comportamiento social. Es el creador de la innovadora teoría polivagal, una teoría que explica cómo el comportamiento social está relacionado con nuestra fisiología. Al describir el viaje evolutivo desde los reptiles asociales hasta los mamíferos sociales, la teoría identifica el papel único que juegan las señales de seguridad en nuestra vida. Esta teoría ha transformado la conceptualización del tratamiento del trauma y se ha integrado en estrategias clínicas de profesionales del mundo entero. Ha proporcionado nuevas e interesantes perspectivas para terapeutas y personas en proceso terapéutico sobre cómo

nuestro sistema nervioso autónomo media, de forma inconsciente, el acceso al tratamiento, la interacción social, la confianza y la intimidad.

Tiene varias patentes para el monitoreo y la regulación del estado autónomo, con aplicaciones en la salud mental y física. Es el creador de una intervención basada en la música, el *Safe and Sound Protocol™*, utilizada actualmente por más de 2 000 terapeutas para mejorar la interacción social espontánea, reducir las sensibilidades auditivas y mejorar el procesamiento del lenguaje, la regulación de los estados y la conexión social espontánea



