

SEBBM DIVULGACIÓN

LA CIENCIA AL ALCANCE DE LA MANO



Y la orquesta tocó con varios directores

DOI: https://doi.org/10.18567/sebbmdiv_R.202609

Adrián Santos Ledo

Profesor Titular de Universidad, Departamento de Anatomía e Histología Humanas, Universidad de Salamanca

ORCID: 0000-0002-6814-0718. Email: santosledo@usal.es

Biografía

Adrián Santos Ledo es licenciado en biología y bioquímica, y doctor en neurociencias por la Universidad de Salamanca (USAL). Tras una amplia trayectoria investigadora postdoctoral de casi una década en centros internacionales de prestigio como el University College London, la Universidad de Newcastle (Reino Unido) y el Albert Einstein College of Medicine en Nueva York (EE. UU.), centrada en la neurobiología del desarrollo embrionario y el desarrollo de nuevas terapias para enfermedades congénitas, regresó a la USAL y actualmente es profesor titular del departamento de anatomía e histología humanas en esta universidad.

Apasionado por la innovación educativa, promueve el aprendizaje activo en ciencias biomédicas integrando gamificación, modelos 3D e inteligencia artificial a través de proyectos pioneros como Alumnos contra ChatGPT. Asimismo, impulsa la divulgación científica mediante eventos como Pint of Science o la Semana del Cerebro y el equipo DivulgaVis, conectando la ciencia con la sociedad.

Resumen

Tradicionalmente se ha enseñado que el sistema nervioso central es el único director del organismo. Sin embargo, órganos como el intestino y el corazón poseen redes neuronales intrínsecas con capacidad de procesamiento autónomo. Esta perspectiva revoluciona nuestra comprensión de la interocepción y la comunicación sistémica, abriendo nuevas vías para la investigación molecular de enfermedades cardiológicas, entéricas y neurológicas.

Summary

The central nervous system has traditionally been taught as the sole director of the organism. However, organs like the gut and heart possess intrinsic neural networks capable of autonomous processing. This perspective revolutionizes our understanding of interoception and systemic communication, opening new avenues for the molecular research of cardiological, enteric and neurological diseases.

La neurobiología más clásica nos enseña que el sistema nervioso se divide en central, que incluye el encéfalo y la médula espinal, y el periférico, que son los nervios craneales y raquídeos que llegan a todos los órganos. El director, el sistema nervioso central, manda y recibe información a través del sistema nervioso periférico para coordinar todas las funciones.

O no.

Imagina lo que ocurriría si tu cerebro tuviera que calcular, milisegundo a milisegundo, la fuerza de cada contracción intestinal o ajustar cada latido cardíaco mientras intentas resolver un problema matemático. La carga de procesamiento sería insostenible. Por pura eficiencia evolutiva y energética, el organismo ha delegado las decisiones inmediatas de la fisiología visceral en redes neuronales locales. Estas estructuras periféricas filtran los estímulos del entorno, analizan parámetros químicos y mecánicos en tiempo real y ejecutan respuestas antes de que la médula espinal o el encéfalo hayan recibido la información.

La neurofisiología, neuroanatomía y neurobioquímica actuales nos muestran una realidad mucho más fascinante. Nuestro cuerpo no es una orquesta de un único director, sino que existe una red descentralizada donde las filiales periféricas cuentan con una sorprendente capacidad de autogestión. Esto no es nada nuevo, a mediados del siglo XIX Georg Meissner y Leopold Auerbach describieron el sistema nervioso entérico, un plexo nervioso embebido en las paredes del intestino

e integrado por más de 500 millones de neuronas, una cifra superior a la de toda la médula espinal. A través de este sistema, el intestino coordina de forma independiente el complejo motor migratorio y la secreción enzimática, y funciona como una inmensa fábrica neuroquímica. En él se sintetiza más del 90% de la serotonina, popularmente conocida como la hormona de la felicidad aunque la mayor parte de la producida en el intestino no llega al sistema nervioso central. Y también sintetiza una parte muy sustancial de la dopamina del organismo, hormona ligada al placer y la recompensa. Esto demuestra que el funcionamiento del sistema digestivo conlleva procesos con un procesamiento neurobiológico propio. A este sistema nervioso se le conoce como el segundo cerebro y se encuentra en contacto directo con los millones y millones de microorganismos que pueblan nuestro sistema digestivo, estableciendo un eje intestino-cerebro crucial para la salud.

Esta arquitectura autónoma no es exclusiva del aparato digestivo. El corazón, lejos de ser una simple bomba mecánica subordinada al centro vasomotor, alberga su propio pequeño cerebro: el sistema nervioso intrínseco cardíaco. Formado por una sofisticada red de ganglios intracardiaco distribuidos en las aurículas y ventrículos, este circuito contiene neuronas sensitivas, interneuronas y neuronas motoras locales. Ante un cambio repentino en la presión arterial o en el estiramiento del miocardio, esta red intracardiaca procesa la información y reajusta la fuerza de contracción y el ritmo en cuestión de milisegundos, garantizando la estabilidad hemodinámica de forma previa e independiente a la intervención del nervio vago o la cadena simpática, en un claro ejemplo de neurocardiología local.

La relevancia de esta descentralización trasciende la fisiología y alcanza el terreno de la neurocognición a través de la interocepción: la capacidad del cerebro de percibir el estado interno del cuerpo. Hoy sabemos que la comunicación entre el cerebro y sus socios periféricos es asimétrica; la principal conexión, el nervio vago, envía aproximadamente un 80% de fibras aferentes (del cuerpo al cerebro) y solo un 20% de fibras eferentes (del cerebro al cuerpo). Cuando hablamos popularmente de tener una corazonada o mariposas en el estómago, nos referimos al procesamiento consciente en la corteza insular de las señales originadas y moduladas por las redes neuronales entéricas y cardíacas.

Entender que la visión jerarquizada del sistema nervioso está anticuada es fundamental a la hora de abordar nuevos tratamientos para enfermedades ya conocidas. Por ejemplo, siguiendo la hipótesis de Braak, en algunos tipos de la enfermedad de Parkinson los agregados de la proteína α -sinucleína comienzan en el sistema nervioso entérico. Este hallazgo sugiere que el sistema nervioso periférico podría ser el primer escenario de patologías tradicionalmente cerebrales. Por otro lado, conocer en mayor profundidad el sistema nervioso intracardiaco podría ayudar a establecer nuevos tratamientos para enfermedades complejas como las valvulopatías, ya que ahora sabemos que las células gliales también controlan la formación de las válvulas cardíacas, o que desequilibrios en este pequeño cerebro local están ligados a arritmias graves independientemente del control central.

En definitiva, el sistema nervioso propio de cada órgano se revela no como un mero ejecutor, sino como un actor clave en diversos escenarios patológicos. Entender que la armonía de esta orquesta fisiológica no depende de un solo director, sino de un complejo diálogo neuroquímico y celular entre todos sus integrantes, cambia por completo nuestra forma de abordar la enfermedad. Este enfoque integrado y descentralizado enriquece la enseñanza de la biología y la bioquímica en el aula, y es esencial para que la investigación futura logre desentrañar, desde una perspectiva molecular y sistémica, el origen de trastornos que hasta hoy seguían siendo esquivos.

Páginas útiles

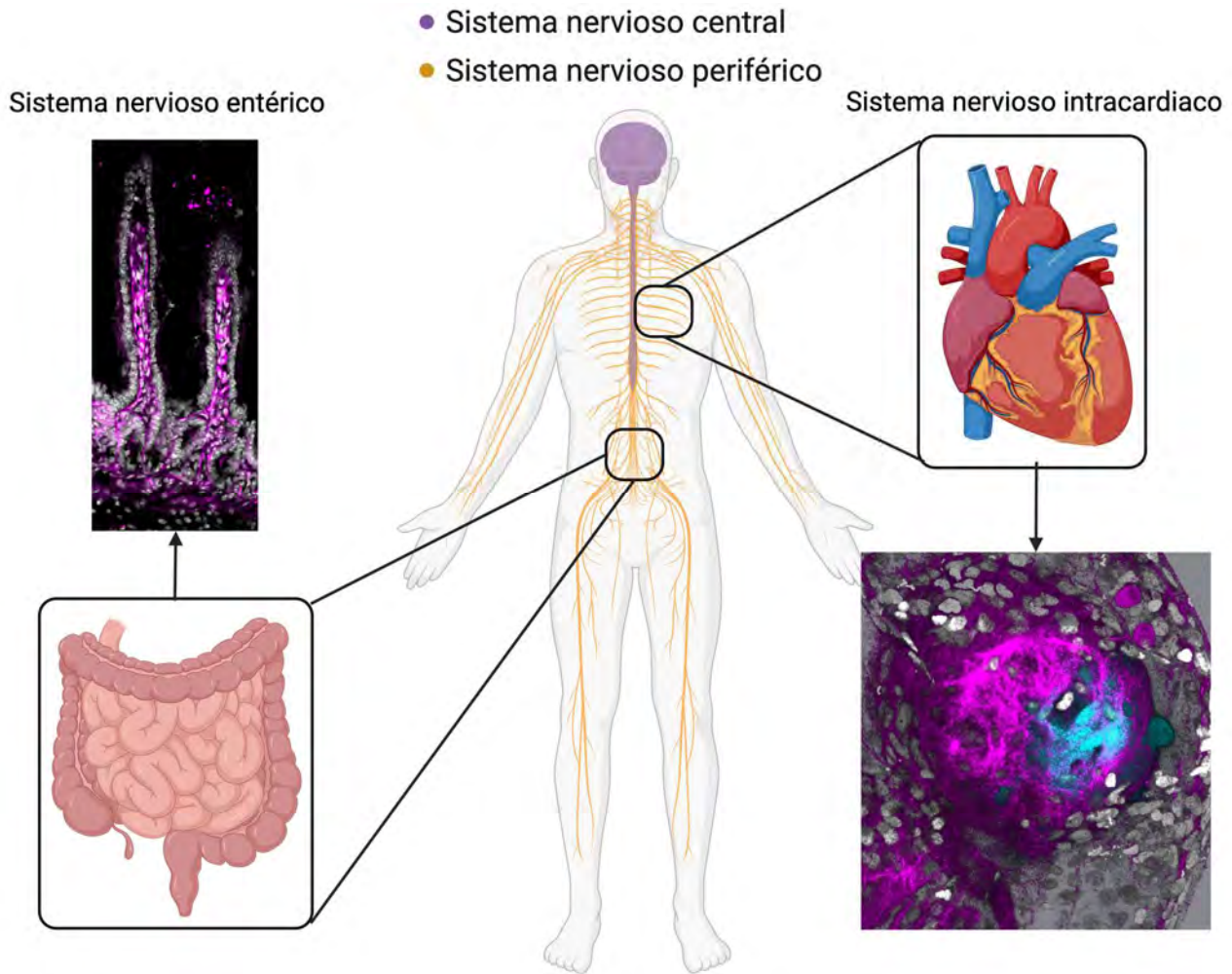
https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_nervioso_ent%C3%A9rico

<https://secce.es/un-pequeno-cerebro-en-el-interior-del-corazon/>

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/corazon-tiene-su-propio-minicerebro-descubren-cientificos_23829

<https://www.nature.com/subjects/enteric-nervous-system>

<https://www.nature.com/articles/s41684-025-01515-6>



“Created in BioRender. Garcia-Macia, M. (2026) <https://BioRender.com/3o322ly>”

Figura 1. Divisiones del sistema nervioso. El sistema nervioso se divide en central y periférico. Además podemos encontrar pequeños sistemas específicos de cada órgano. Por ejemplo el sistema nervioso entérico (izquierda) que cuenta con proyecciones nerviosas en el interior de las vellosidades intestinales (arriba a la izquierda, color morado). O el sistema nervioso cardíaco intrínseco (derecha), que cuenta con neuronas y células gliales intercaladas entre los cardiomiocitos (abajo a la derecha, células cian entre las células moradas).