

## Superconexión, la relación entre el sistema inmune y el sistema nervioso

### INTRODUCCIÓN

La **Unión Internacional de Sociedades Inmunológicas** impulsa la investigación y el conocimiento público de la Inmunología, celebrando cada **29 de abril** el día internacional dedicado a esta disciplina. Para ello, define anualmente un enfoque temático que orienta las iniciativas a desarrollar. Este año, el tema central es **“Cerebro e inmunidad: Perspectivas inmunológicas sobre los trastornos neurológicos”**.

El ámbito escolar representa un espacio de gran valor para cultivar la cultura científica y facilitar el aprendizaje sobre la salud humana y su cuidado. Si bien los diseños curriculares contemplan la enseñanza de las funciones y componentes generales del sistema inmune y el sistema nervioso, la profunda interrelación que existe entre ambos y sus significativas implicancias en la vida cotidiana a menudo no se explora con la debida atención. Comprender esta conexión es crucial, ya que el cerebro puede influir en nuestra respuesta ante las infecciones, y a su vez, las señales del sistema inmune pueden modular nuestro estado de ánimo y comportamiento. Un conocimiento integral y profundo del funcionamiento de nuestro cuerpo capacita a los estudiantes para mejorar sus hábitos y tomar decisiones informadas que promuevan su bienestar.

Con el objetivo de facilitar la exploración de la intrincada relación entre el sistema inmune y el sistema nervioso, presentamos esta secuencia didáctica basada en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). A través de esta propuesta pedagógica, se invita a los estudiantes a trabajar colaborativamente para enfrentar situaciones desafiantes que los conduzcan a formular soluciones creativas ante problemáticas específicas (Cobo Gonzales y Valdivia Cañotte, 2017). La planificación se estructura en etapas claramente definidas: fases iniciales para despertar la curiosidad y plantear preguntas sobre el tema, una fase intermedia de investigación y profundización de los contenidos, y una fase final de elaboración de un producto que dé respuesta a los interrogantes iniciales. Animamos a cada docente a realizar los ajustes y adaptaciones que considere más pertinentes para las particularidades de sus grupos de estudiantes.

**Cursos recomendados:** 5° a 7° grado del Nivel Primario y 1° a 3° del Nivel Secundario.

# Concurso de minivideos

Auspicia



- **Duración:** 8-10 sesiones de 45 minutos.
- **Objetivo General:** Comprender que existe una interconexión entre el sistema nervioso central y el sistema inmune
- **Objetivos Específicos:**

Identificar las funciones y los componentes principales del sistema nervioso central y del sistema inmune.

Reconocer que el sistema nervioso y el sistema inmune se comunican.

Describir cómo las emociones afectan el sistema inmune.

Crear un video corto que explique la relación entre ambos sistemas de manera creativa y educativa.

## Introducción y Planteamiento del Proyecto (1 sesión)

### Actividad de inicio:

Existen conceptos en el conocimiento popular sobre la conexión entre el sistema nervioso y el sistema inmune. Con el fin de identificarlos, se plantean preguntas para conversar oralmente y se toma nota en un pizarrón o afiche sobre las ideas que vayan surgiendo:

1. ¿Les parece que cuando estamos cansados y desbordados de actividades (estresados) es más fácil que nos enfermemos? ¿Qué opinan al respecto?
2. ¿Alguna vez escucharon que alguien se había enfermado (resfrío, gripe, faringitis, herpes en boca, etc) porque le habían “bajado las defensas”?
3. ¿Notaron si después de una semana de exámenes o de muchas actividades seguidas, se sienten más propensos a resfriarse o tener dolor de garganta?
4. Estar angustiados o tristes, ¿afectará nuestras defensas?

- Presentación del proyecto: Se informa a los estudiantes que participarán en un proyecto de investigación en el que aprenderán sobre la conexión entre el sistema inmune y nuestro cerebro. Como resultado de ese proceso, crearán un video corto y creativo para explicar lo que descubrieron.
- Formación de equipos: Se distribuye a los estudiantes en grupos de 4-5 integrantes.
- Preguntas guía:
  - ¿Qué es el sistema inmune? ¿Cuáles son sus componentes? ¿Qué funciones tiene?
  - ¿Qué es el sistema nervioso? ¿Cuáles son sus partes? ¿Qué funciones tiene?
  - ¿Cómo se comunican el sistema inmune y el sistema nervioso?
  - ¿Cuál es la relación entre el sistema inmune, el sistema nervioso y las emociones?



## FASE 2

### **Investigación y Recopilación de Información (3-4 sesiones)**

**Investigación en grupos:** Se estudiarán tres temas para conocer qué son los sistemas inmune y nervioso, cuáles son sus partes y funciones, así como comprender que se comunican entre sí y están conectados con nuestras emociones. Si se distribuyen los temas entre grupos, se sugiere establecer momentos de intercambio para compartir los conocimientos adquiridos.

**Recursos:** material de lectura impreso, también se puede consultar bibliografía especificada por internet o en libros de estudios escolares.

Se pueden consultar las **fuentes** de internet que se listan debajo

- [¿Cómo funciona el sistema inmunológico?](#)
- [KidsHealth: Sistema inmunitario](#)
- [Guía rápida del sistema nervioso](#)

# Tema 1

## Sistema Inmune y Nervioso: ¿Cómo funcionan? (1 sesión)



Leer atentamente los textos y luego completar las actividades

<b>El Sistema Inmune</b>	<b>El Sistema Nervioso</b>
<p>El cuerpo humano posee un sistema de defensa especializado, conocido como sistema inmune. Este sistema protege contra patógenos, como bacterias y virus, que pueden causar enfermedades. Además, este sistema puede detectar y eliminar células cancerosas.</p> <p>Está formado por diversos componentes: moléculas, células y órganos especializados.</p> <p>Los órganos que participan en la función inmune incluyen la médula ósea de los huesos largos, donde se generan las células inmunes; el timo, esencial para el entrenamiento de los linfocitos o células T; el bazo, que filtra la sangre y activa respuestas inmunes; los ganglios linfáticos, centros de encuentro para las células inmunes; y el tejido linfoide asociado a mucosas (como las amígdalas), que protege las superficies mucosas del cuerpo (como las paredes de la boca).</p> <p>Las células clave del sistema inmune son los leucocitos que incluyen a los linfocitos, neutrófilos y macrófagos, entre otros. Los linfocitos B producen anticuerpos los cuales son moléculas que se unen a patógenos para facilitar su eliminación. Los linfocitos T destruyen células infectadas o anormales. Los macrófagos y neutrófilos son células fagocíticas que ingieren y eliminan patógenos y restos celulares.</p>	<p>El sistema nervioso es el centro de control del cuerpo, una red compleja que recibe, procesa y transmite información para que todo funcione correctamente. Es similar a una red de cables y computadoras que conecta cada parte del cuerpo. Se divide en dos componentes principales: el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso periférico (SNP). El SNC está conformado por el encéfalo, que a su vez incluye el cerebro, el cerebelo y el tronco encefálico, y la médula espinal. El encéfalo es el centro de control principal, donde se generan por ejemplo los pensamientos, las emociones y los recuerdos. La médula espinal, por otro lado, es como un cable grueso que conecta el encéfalo con el resto del cuerpo, transmitiendo mensajes en ambas direcciones.</p> <p>El SNP está compuesto por una red de nervios, los cuales son fibras nerviosas que se extienden desde la médula espinal hacia todas las partes del cuerpo, permitiendo la transmisión de señales entre el sistema nervioso central y el resto del organismo. El SNP se divide en el sistema nervioso somático (SNS) y el sistema nervioso autónomo (SNA). El SNS controla movimientos voluntarios (por ejemplo mover los pies para caminar) y recibe información sensorial externa como imágenes, sonidos, sabores, etc., permitiendo la interacción consciente con el entorno. Esto es posible gracias a los nervios</p>

Además, el sistema inmune utiliza moléculas mensajeras para coordinar sus respuestas. Las citoquinas son proteínas que llevan señales entre las células inmunológicas, diciéndoles cuándo y dónde actuar. A su vez, neutrófilos y macrófagos tienen en su superficie unas proteínas, conocidas como receptores de reconocimiento de patrón que les permite detectar algunas estructuras moleculares características de bacterias patógenas y virus.

De esta manera, cuando un patógeno ingresa al cuerpo, las células inmunes lo reconocen y comienzan a trabajar juntas para eliminarlo. Los linfocitos B producen anticuerpos, los linfocitos T destruyen células infectadas, y los macrófagos y neutrófilos fagocitan (ingieren) patógenos.

Es importante destacar que, en ocasiones, el sistema inmune puede funcionar de manera inapropiada, atacando componentes propios del cuerpo. Esto se denomina enfermedad autoinmune. Por ejemplo, en la artritis reumatoide, el sistema inmune ataca las articulaciones o en la diabetes tipo 1 o diabetes juvenil se producen anticuerpos contra las células del páncreas encargadas de producir insulina.

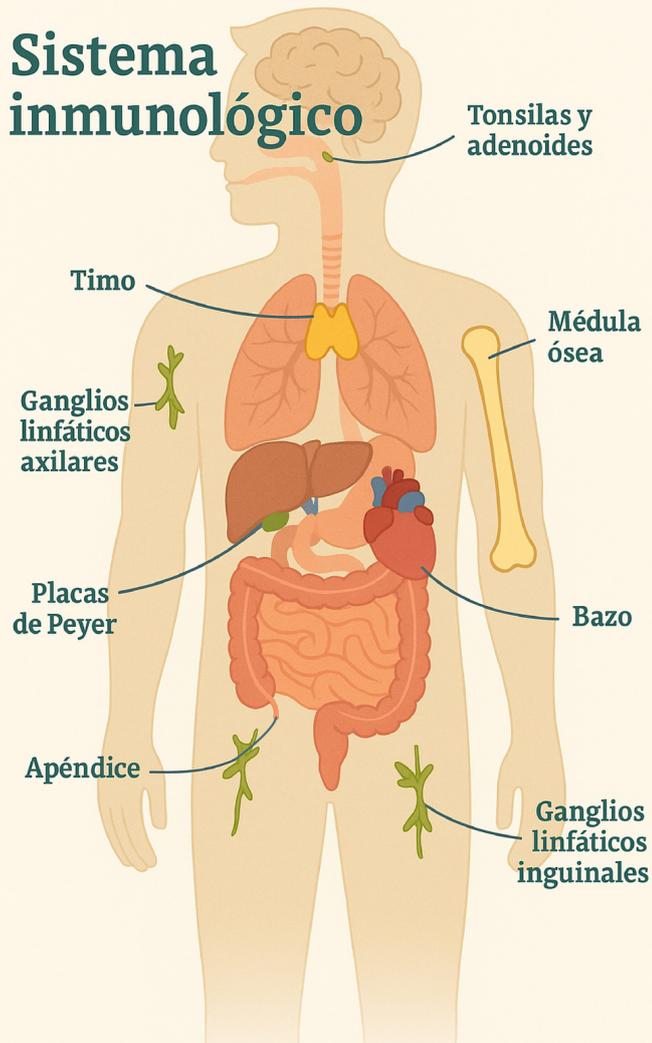
Para mantener un sistema inmune saludable, se recomienda una dieta equilibrada, descanso adecuado, actividad física regular y prácticas de higiene, como el lavado de manos. La vacunación también es fundamental para preparar al sistema inmune contra patógenos específicos. Además nuestro estado de ánimo también es importante, ya que el sistema inmune puede responder a distintas hormonas y neurotransmisores que se producen tanto cuando estamos contentos como cuando estamos tristes y/o angustiados.

sensoriales, que recogen estímulos del ambiente y los llevan al sistema nervioso central para que puedan ser interpretados.

El SNA regula funciones automáticas, como la frecuencia cardíaca y la digestión, y se divide en dos partes el sistema simpático, que prepara al cuerpo para la acción en situaciones de estrés o peligro, y el sistema parasimpático, que ayuda a relajarnos y a realizar funciones como la digestión cuando estamos en reposo.

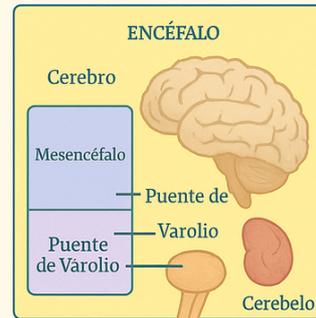
Esta red de comunicación, que permite tanto la interacción consciente con el entorno como el control de funciones involuntarias, se basa en la actividad de las neuronas, células especializadas que transmiten señales para que las diferentes partes del cuerpo se comuniquen entre sí. La comunicación entre neuronas ocurre en puntos de conexión llamados sinapsis, donde se liberan sustancias químicas llamadas neurotransmisores. Estos neurotransmisores cruzan el espacio entre las neuronas, transmitiendo la señal de una a otra, permitiendo así la transmisión de información a lo largo de todo el sistema nervioso.

## Sistema inmunológico

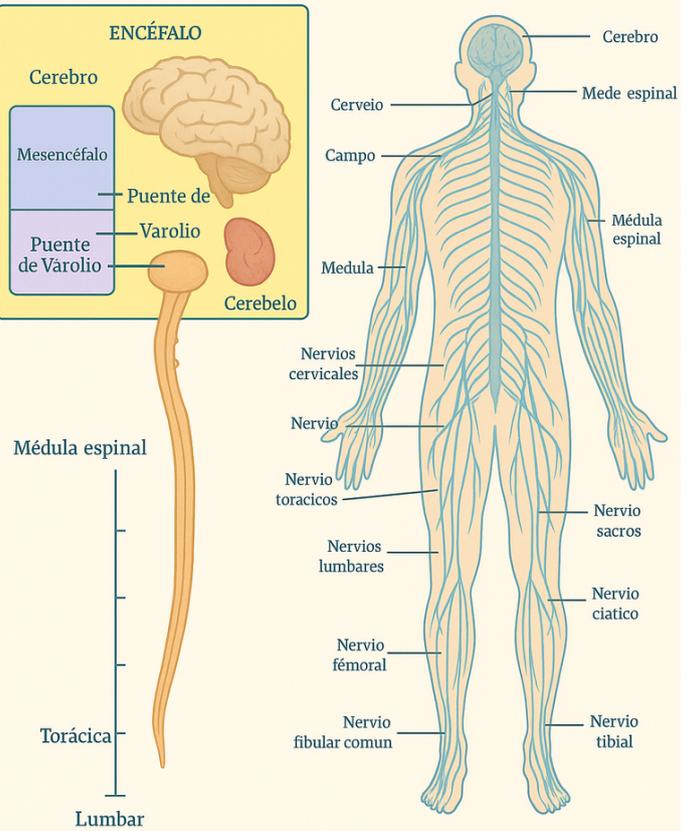


**Sistema inmune**

## Sistema nervioso central (SNC)



## Sistema nervioso periférico (SNP)



**Sistema nervioso**

# Actividad 1

## ¿Qué son las “defensas”?



Marcar con una X en verdadero o falso según corresponda

AFIRMACIONES	VERDADERO	FALSO
Lo que comúnmente conocemos como "defensas" se denomina científicamente "sistema inmune"		
El sistema inmune es el encargado de protegernos contra las enfermedades infecciosas como la gripe, la varicela, la escarlatina, etc		
En ninguna circunstancia el sistema inmune puede dañar al propio cuerpo.		
El sistema inmune tiene la capacidad de identificar y defendernos de elementos extraños que ingresan al cuerpo.		
No hay participación del sistema inmune en procesos cancerosos.		

# Actividad 1

## ¿Qué son las "defensas"?



Marcar con una X en verdadero o falso según corresponda

AFIRMACIONES	VERDADERO	FALSO
Lo que comúnmente conocemos como "defensas" se denomina científicamente "sistema inmune"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El sistema inmune es el encargado de protegernos contra las enfermedades infecciosas como la gripe, la varicela, la escarlatina, etc	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En ninguna circunstancia el sistema inmune puede dañar al propio cuerpo.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
El sistema inmune tiene la capacidad de identificar y defendernos de elementos extraños que ingresan al cuerpo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No hay participación del sistema inmune en procesos cancerosos.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### Aclaración de conceptos para conversar entre todos



Aquello que solemos llamar "defensas" es lo que la ciencia llama "sistema inmune". Estas "defensas" cumplen una función muy importante: protegernos de los agentes infecciosos, que son gérmenes que pueden causar enfermedades como la gripe, la angina, la neumonía, la varicela, el dengue, la escarlatina y muchas otras. El sistema inmune es muy bueno detectando y defendiéndonos de los "invasores" que entran en nuestro cuerpo así como también de células propias cancerosas. Sin embargo, en algunas personas y en raras ocasiones, este sistema puede "confundirse" y no reconocer partes de nuestro propio cuerpo, atacándolas como si fueran extrañas. Con esta sencilla explicación se busca aclarar que, aunque la función principal del sistema inmune es la defensa, no siempre actúa de forma protectora en nuestro cuerpo.

## Actividad 2

# ¿En qué parte de nuestro cuerpo se producen los pensamientos sobre lo que sentimos?



Marcar con una X en verdadero o falso según corresponda

AFIRMACIONES	VERDADERO	FALSO
Los pensamientos sobre lo que sentimos se originan principalmente en el corazón.		
El cerebro funciona de forma aislada y no está conectado con el resto del cuerpo.		
El sistema nervioso está formado por el encéfalo, la médula espinal y una red de nervios que se extienden por todo el cuerpo.		
Los pensamientos sobre lo que sentimos se producen principalmente en el cerebro.		
Sentir dolor de panza al estar nervioso por un examen es una manifestación de la conexión cerebro-cuerpo a través del sistema nervioso.		
El sistema nervioso regula funciones básicas del cuerpo como la respiración y la digestión.		

# Actividad 2

## ¿En qué parte de nuestro cuerpo se producen los pensamientos sobre lo que sentimos?



Marcar con una X en verdadero o falso según corresponda

AFIRMACIONES	VERDADERO	FALSO
Los pensamientos sobre lo que sentimos se originan principalmente en el corazón.		<input checked="" type="checkbox"/>
El cerebro funciona de forma aislada y no está conectado con el resto del cuerpo.		<input checked="" type="checkbox"/>
El sistema nervioso está formado por el encéfalo, la médula espinal y una red de nervios que se extienden por todo el cuerpo.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Los pensamientos sobre lo que sentimos se producen principalmente en el cerebro.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sentir dolor de panza al estar nervioso por un examen es una manifestación de la conexión cerebro-cuerpo a través del sistema nervioso.	<input checked="" type="checkbox"/>	
El sistema nervioso regula funciones básicas del cuerpo como la respiración y la digestión.	<input checked="" type="checkbox"/>	



### Aclaración de conceptos para conversar entre todos

Explicamos que la parte de nuestro cuerpo donde se producen los pensamientos sobre lo que sentimos es principalmente el cerebro. Nuestro cerebro forma parte del sistema nervioso que tiene varios componentes y una red de nervios que conectan al cerebro con el resto del cuerpo.



El sistema nervioso recibe y procesa información del entorno a través de nuestros sentidos y genera una respuesta. Por ejemplo, al tocar algo caliente (a través del sentido del tacto), la información del calor viaja por los nervios del brazo hasta el cerebro. Allí, se interpreta como una sensación de quemazón y se envía una respuesta a través de los nervios para que los músculos del brazo se contraigan y retiremos la mano de la fuente de calor. Todo esto sucede en fracciones de segundo y de forma automática. De manera similar, el cerebro envía información por los nervios para que los músculos de nuestras piernas se muevan y podamos desplazarnos. Además, nuestro sistema nervioso se encarga de regular funciones básicas del cuerpo que ocurren sin que pensemos en ello, como la respiración, la digestión de los alimentos y la producción de orina. El cerebro envía las órdenes necesarias para que estas funciones se realicen automáticamente.



La conexión del cerebro con el resto del cuerpo es la responsable de que cuando nos asustamos por algo, el corazón se acelere o lo sintamos con más fuerzas; o que tengamos dolor de panza cuando estamos nerviosos por rendir un examen.

A través de esta breve introducción teórica se busca que los estudiantes comprendan que el sistema nervioso está altamente conectado con el resto del cuerpo y es quien comanda sus acciones.

# Actividad 3

## ¿Cuáles son los componentes del sistema nervioso y del sistema inmune?



Tomando como referencia las definiciones del texto, armar las pistas para los crucigramas de cada sistema:

### SISTEMA INMUNE

LINFOCITOS B | NEUTRÓFILOS | GANGLIOS | ANTICUERPOS | CITOQUINAS | MÉDULA ÓSEA

						—	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					—	—	N	—	—	—	—	—					
							M	—	—	—	—	—		—	—	—	—
		—	—	—	—	—	U	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	N	—	—								
						—	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Intercambiar entre grupos los crucigramas para resolverlos.

# Actividad 3

## ¿Cuáles son los componentes del sistema nervioso y del sistema inmune?



Tomando como referencia las definiciones del texto, armar las pistas para los crucigramas de cada sistema:

### SISTEMA NERVIOSO

NEURONA | ENCÉFALO | NERVIOS | NEUROTRANSMISOR | SINAPSIS |  
PERIFÉRICO | CENTRAL | AUTÓNOMO

					—	—	—	—	—	<b>N</b>	—						
										<b>E</b>	—	—	—	—			
										<b>R</b>	—	—					
										<b>V</b>	—	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<b>I</b>	—	—	—				
			—	—	—	—	—	—	—	<b>O</b>							
										<b>S</b>	—	—	—	—	—	—	—
										<b>O</b>	—	—	—	—			



Intercambiar entre grupos los crucigramas para resolverlos.

# Actividad transversal con Matemáticas



1. Solicitar a una persona adulta el **informe de un análisis de sangre** que contenga información sobre el hemograma.
2. Tomar nota de la cantidad de **glóbulos blancos o leucocitos** y de los **porcentajes** de cada tipo de glóbulo blanco que se informa en la fórmula leucocitaria relativa.
3. Calcular la **cantidad de cada tipo** de glóbulo blanco y completar la tabla.



**¿Qué es un hemograma?** Un análisis que permite conocer cuánta cantidad de cada tipo de células hay en la sangre.

**¿Qué es la fórmula leucocitaria relativa?** Es el porcentaje que indica la proporción de cada tipo de glóbulo blanco en una muestra de sangre.

Tipo de glóbulo blanco	Porcentaje respecto del total	Cantidad
Neutrófilos		
Linfocitos		
Eosinófilos		
Basófilos		
Monocitos		

## Tema 2

### Sistema Inmune y Nervioso: ¿Se comunican? (1 sesión)



Conversar en grupos las situaciones y responder las preguntas y consignas con el fin de **identificar cuál es la conexión o comunicación entre el sistema inmune y el nervioso en cada caso**. Si es necesario, la narración de las situaciones puede adaptarse para las características de cada nivel.

#### Situación 1:

Tras compartir la tarde con una amiga estaba enferma, a Mariana comenzó a molestarle la garganta. Un virus, sin que ella lo supiera, se había instalado. Al detectar su presencia, el organismo de Mariana desencadenó una alarma. El sistema nervioso simpático aumentó el flujo sanguíneo hacia la garganta para facilitar la llegada de las células inmunes y combatir la infección rápidamente. El sistema nervioso sensorial detectó el daño que el virus estaba causando a las células de la garganta, lo que generó dolor en Mariana. Unas moléculas del sistema inmune, llamadas citoquinas, llegaron al cerebro y provocaron que el hipotálamo aumentara la temperatura corporal, causando fiebre. Luego, unos glóbulos blancos llamados linfocitos B fabricaron anticuerpos que se adhirieron a las partículas virales, marcándolas para que otras células inmunes las fagocitaran (ingirieran). Además, las células de la garganta infectadas fueron destruidas para impedir la multiplicación del virus. Finalmente, la infección se curó. El sistema nervioso parasimpático ayudó a desinflamar la garganta y Mariana comenzó a sentirse mejor.

#### Situación 2:

Tomás atraviesa una etapa de alta exigencia escolar debido a los exámenes trimestrales, por lo que duerme menos de lo habitual. Su cuerpo se encuentra en un estado constante de alerta, manifestándose en irritabilidad, ansiedad y tensión, incluso en sus momentos de descanso. En los exámenes anteriores, coincidió que experimentó varios episodios de enfermedad: dos resfríos intensos y una infección urinaria. En situaciones de estrés crónico, el sistema nervioso central activa la liberación constante de cortisol, lo que provoca una supresión de la función del sistema inmune al reducir la producción de citoquinas y la activación de los linfocitos. Al disminuir la eficacia del sistema inmune, Tomás se vuelve más vulnerable a infecciones comunes, como resfríos o infecciones urinarias. Simultáneamente, la falta de sueño, también regulada por el sistema nervioso, empeora la situación, ya que durante el sueño profundo se producen señales clave para la regeneración y regulación del sistema inmune.

1. En la situación de Mariana, ¿qué papel juega el sistema nervioso al inicio de la infección antes de que el sistema inmune entre en acción de manera específica? ¿Qué evidencias encuentras en el texto que apoyan tu respuesta?

2. ¿De qué manera el estado de estrés y la falta de sueño que experimenta Tomás afectan su sistema inmune? ¿Qué componentes del sistema nervioso están involucrados en esta conexión?
3. Comparar las señales que viajan entre los sistemas nervioso e inmune en ambas situaciones. ¿Existen similitudes en la forma en que estos sistemas "se comunican" ante una amenaza o un factor de estrés?
4. Considerando ambas historias, ¿por qué creen que es importante entender la interacción entre el sistema nervioso y el sistema inmune para mantener una buena salud?
5. Elegir una de las situaciones, plantear una pregunta hipotética sobre la alteración de uno de los sistemas y responderla. Por ejemplo, en el caso de Mariana, "¿Qué pasaría si sus nervios sensoriales no detectaran el daño inicial en la garganta?"

## Tema 3

# Sistema Inmune, Nervioso y las emociones (1 sesión)

---

### Investigación a través de una encuesta



1. Realizar una encuesta de opinión a 5 personas (pueden ser niños, adolescentes o adultos) por grupo sobre la relación que existe entre el sistema inmune, el nervioso y las emociones.
2. Comentar entre todos los resultados de la encuesta.



**¿Qué es una encuesta?** Es un método de investigación que permite la recolección de datos a partir de preguntas que se realizan a diferentes personas.



Si no se cuenta con tiempo suficiente para realizar la actividad transversal completa se puede directamente conversar los resultados de la encuesta, las opiniones personales, elaborar conclusiones entre todos y registrarlas en un pizarrón o en un afiche.

Encuestado/a 1	Encuestado/a 2	Encuestado/a 3	Encuestado/a 4	Encuestado/a 5
Edad (años):   Género:				
¿Has notado que te enfermas (resfrío, gripe, herpes labial, angina, etc) con más frecuencia después de haber pasado por períodos de mucho estrés o preocupación?	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé
Cuando te sentís muy ansioso/a o nervioso/a por algo importante (por ejemplo, un examen, una presentación, una competencia), ¿experimentás alguna molestia física como dolor de estómago, dolor de cabeza o tensión muscular?	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé
¿Sentís que cuando estás de buen humor y te sentís optimista, tu cuerpo generalmente se siente con más vitalidad y menos propenso a dolores o molestias físicas leves?	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé
¿Has notado que después de un período prolongado de sentirte triste o deprimido/a, te sentís más vulnerable a contraer infecciones o que tardas más en recuperarte de ellas?	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé
¿Has notado que practicar actividades que te relajan y te generan bienestar emocional (como ejercicio, hobbies, meditación) tiene algún efecto positivo en tu salud en general?	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé
¿Cómo describirías tu nivel de energía y tu estado de ánimo general durante y después de haber tenido una gripe o alguna otra infección? Respuesta abierta. Adjetivos sugeridos: Cansado/a, Irritable, Decaído/a, Desganado/a, Somnoliento/a, Débil, etc	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé	<input type="checkbox"/> A menudo <input type="checkbox"/> A veces <input type="checkbox"/> Rara vez <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> No lo sé

# Actividad transversal con Matemáticas, Prácticas del Lenguaje e Informática.



1. Realizar en grupos un **análisis cuantitativo** de los resultados de la encuesta considerando los datos relevados por todos los grupos. Se pueden seguir los siguientes pasos y tomar como referencia el ejemplo de abajo:
  1. Contar la cantidad total de encuestados por todos los grupos
  2. Sumar la cantidad de respuestas que hay para cada ítem de cada respuesta.
  3. Calcular el porcentaje que representa cada ítem.
  4. Expresar los resultados en una tabla y en un gráfico de barras. Para ello se pueden utilizar programas como Microsoft Excel o Google Sheets.

Ejemplo de análisis para esta pregunta. Total de encuestados: 50

		Cantidad de respuestas	Porcentaje respecto del total de encuestados
¿Has notado que te resfrías o te enfermas con más frecuencia después de haber pasado por períodos de mucho estrés o preocupación?	<input type="checkbox"/> A menudo	20	40%
	<input type="checkbox"/> A veces	10	20%
	<input type="checkbox"/> Rara vez	5	10%
	<input type="checkbox"/> Nunca	5	10%
	<input type="checkbox"/> No lo sé	0	0%
Total		50	100%



**2. Redactar** de forma grupal conclusiones respecto de los principales hallazgos obtenidos en cuanto a la opinión de los participantes sobre la relación entre el sistema inmune, el sistema nervioso y las emociones. Se pueden utilizar frases como por ejemplo *“Cerca de la mitad de las personas encuestadas consideran que luego de afrontar períodos de mucho estrés o preocupación se sienten más propensas a resfriarse o enfermarse”*.

**3. Conversar** entre todos los resultados de la investigación, así como las opiniones particulares de cada uno sobre la relación entre los sistemas inmune y nervioso y las emociones. Registrar las conclusiones de lo charlado en un pizarrón o en un afiche.

## Elaboración del video (2-3 sesiones)

### 1. Elaboración del guión:



Redactar de forma grupal una anécdota o situación breve en la que se ponga de manifiesto la relación entre los sistemas inmune, nervioso y las emociones. También se pueden sugerir recomendaciones para mantenernos saludables.

*Por ejemplo, una persona que está muy estresada o preocupada por un problema y descubre que tiene un herpes labial. Se recomienda descansar bien, alimentarse saludablemente y hacer ejercicio físico siempre.*

### 2. Planificación:



- Ensayar la escena redactada.
- Buscar la escenografía que sea necesaria.

### 3. Grabación de escenas:



- Elaborar un video de **hasta 1 minuto de duración**. Puede ser realizado por actores, con títeres o con plastilina, etc. Se pueden utilizar técnicas de filmación especiales como por ejemplo el Stop Motion.

### 4. Edición del video:



- Usar algún **software** o **aplicación** de edición para ensamblar las escenas, agregar música, efectos y texto. Esta actividad puede estar a cargo de los estudiantes o de los docentes.

### 5. Presentación y evaluación del video:



- Presentar los videos de cada equipo.
- Evaluar el trabajo realizado.

## Fuentes de consulta

---

- Unión Internacional de Sociedades Inmunológicas: <https://iuis.org/events/day-of-immunology-2025/>
- CEREBRO E INMUNIDAD: <https://crea.ujaen.es/server/api/core/bitstreams/c2d5c399-95ae-4b01-8592-001620be39f2/content>
- Sistema nervioso y sistema inmunitario: ¿una relación más estrecha de lo que pensábamos?: <https://www.misistemainmune.es/enfermedades-sistema-inmunitario/sistema-nervioso-y-sistema-inmune-una-relacion-mas-estrecha-de-lo-que-pensabamos>
- El estrés debilita el sistema inmunitario. Todo lo que tienes que saber: <https://www.misistemainmune.es/vida-saludable/bienestar-mental/el-estres-debilita-el-sistema-inmunitario-todo-lo-que-tienes-que-saber>
- Cobo Gonzales, G., & Valdivia Cañotte, S. M. (2017). Aprendizaje basado en proyectos. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170374>

## Contacto para consultas

---

Instituto de Inmunología Clínica y Experimental del Rosario (IDICER - CONICET)

[santucci@idicer-conicet.gob.ar](mailto:santucci@idicer-conicet.gob.ar)

Dirección de Comunicación de la Ciencia (Área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo, Universidad Nacional de Rosario)

[comunicacion.ciencias@unr.edu.ar](mailto:comunicacion.ciencias@unr.edu.ar)

## Marco teórico: Relación entre el Sistema Inmune y el Sistema nervioso

Históricamente, los **sistemas nervioso e inmune** se consideraron entidades fisiológicas separadas con funciones distintas. Sin embargo, durante el último siglo, una cantidad creciente de estudios científicos basados en fisiología, biología molecular y celular han demostrado de manera concluyente que las funciones del sistema nervioso, el sistema endocrino y el sistema inmune son interdependientes y que esta interacción entre ellos determina el mantenimiento de la salud o la susceptibilidad a las infecciones. Esta comprensión representa un cambio de paradigma significativo desde la noción inicial de que el cerebro era un sitio "inmunológicamente privilegiado", aislado del sistema inmune periférico por la barrera hematoencefálica. La evidencia acumulada revela ahora que el sistema nervioso central (SNC) participa activamente en la vigilancia inmunológica y mantiene una comunicación bidireccional con el sistema inmune periférico.

La **interconexión** entre ambos sistemas se extiende más allá de la mera comunicación, abarcando características compartidas, como la expresión en las distintas células de "receptores", que son moléculas específicas que pueden estar en la membrana celular así como en el citoplasma, y que reciben señales químicas. Tales señales son estructuras químicas capaces de unirse a estos receptores, conocidas como "ligandos", facilitando una señalización eficiente y específica entre los dos sistemas. Esta comunicación es fundamental para mantener el normal funcionamiento del organismo, permitiéndole responder de manera coordinada a diversos desafíos, incluidos patógenos, lesiones y estrés. La desregulación de esta intrincada comunicación está implicada en la patogénesis y progresión de una amplia gama de enfermedades, que abarcan infecciones, trastornos autoinmunes, enfermedades neurodegenerativas y afecciones psiquiátricas.

### Vías de Comunicación Bidireccional

La comunicación entre los sistemas nervioso e inmune ocurre a través de una compleja red de vías que permiten un diálogo constante entre ambos.

- **Sistema Nervioso al Sistema Inmune:** El sistema nervioso influye en la función inmune a través de varias vías:
  - Sistema Nervioso Simpático: Hay fibras neuronales simpáticas que inervan los órganos linfoides, como la médula ósea, el timo, el bazo y los ganglios linfáticos. La liberación de neurotransmisores, como la norepinefrina, desde las terminaciones nerviosas de estas neuronas puede alterar las funciones del sistema inmune, ya que las células linfoides poseen receptores para hormonas y neuroquímicos. Esta inervación simpática de los órganos linfoides

permite una modulación directa y rápida de las respuestas inmunes por parte del sistema nervioso a través de la liberación de neurotransmisores.

- **Sistema Nervioso Parasimpático:** Si bien la influencia simpática está bien establecida, el papel del sistema nervioso parasimpático en la inervación directa de los órganos inmunes es más complejo. Existe evidencia limitada de una inervación parasimpática o vagal en la mayoría de los órganos inmunes.
- **Sistema Nervioso Sensorial:** El sistema nervioso periférico también incluye el sistema nervioso sensorial, que se comunica específicamente con el sistema inmune a través de interacciones y conexiones locales. El sistema nervioso sensorial integra amenazas externas y señales internas para activar o suprimir la respuesta inmune dependiendo del tejido y el estado de la enfermedad. Las neuronas sensoriales pueden modular las respuestas inmunes locales mediante la liberación de neuropéptidos en respuesta a señales inmunes periféricas.
- **Eje Hipotálamo-Hipófisis-Adrenal (HPA):** El eje HPA constituye una vía principal a través de la cual el cerebro regula las respuestas inmunes, particularmente en el contexto del estrés. La activación del eje HPA conduce a la liberación de cortisol o corticosterona (también conocida como la hormona del estrés), que suelen suprimir las reacciones inmunes e inflamatorias, especialmente bajo estrés crónico. Esta inmunosupresión inducida por el estrés es un mecanismo crítico para prevenir respuestas inmunes hiperactivas, que puedan afectar órganos o tejidos involucrados, pero también puede aumentar la susceptibilidad a las infecciones.
- **Sistema Inmune al Sistema Nervioso:** El sistema inmune también ejerce una influencia significativa en el sistema nervioso a través de varias vías.
  - **Señalización por Citoquinas:** Las **citoquinas** son proteínas producidas por las células inmunes periféricas que pueden cruzar la barrera hematoencefálica para alterar la función neuronal en el SNC, especialmente durante la fiebre y la inflamación en enfermedades infecciosas y cáncer. Estas citocinas pueden afectar la actividad neuronal, el comportamiento, la liberación de hormonas y la función autonómica. Las citoquinas actúan como mensajeros clave del sistema inmune al cerebro, informando al SNC sobre los eventos inmunes periféricos e influyendo en una amplia gama de funciones neurológicas, incluido el comportamiento y el estado de ánimo.
  - **Reflejos Neurales:** Los reflejos neurales, como el reflejo inflamatorio basado en el nervio vago, proporcionan mecanismos de regulación regionales que impactan el estado de activación del sistema inmune. Estos reflejos permiten al sistema nervioso modular rápidamente las respuestas inmunes en tejidos periféricos específicos en respuesta a amenazas locales, permitiendo una rápida respuesta del SNC, anticipándose a la señalización por citoquinas, que es mucho más lenta.

## Moléculas de Señalización Clave en la Interacción Neuroinmune

La comunicación bidireccional entre los sistemas nervioso e inmune está mediada por una compleja interacción de diversas moléculas de señalización:

- **Citoquinas y Quimiocinas:** Las citoquinas y quimiocinas son proteínas que coordinan la respuesta inmune en todo el cuerpo y también actúan como neuromoduladores en el sistema nervioso. Están involucradas en la neuroinflamación, la neurodegeneración, la desmielinización, el dolor

neuropático, el neurodesarrollo, la transmisión sináptica, el tráfico de leucocitos y el reclutamiento de factores inflamatorios. Por ejemplo, la IL-1 $\beta$  y el TNF- $\alpha$  son citoquinas proinflamatorias que desempeñan un papel crucial en la señalización entre los sistemas inmune y nervioso. Las quimiocinas, como la MCP-1/CCL2, inducen la migración celular y también tienen efectos directos sobre las células neuronales, lo que las convierte en actores clave en la comunicación entre neuronas y células inflamatorias.

- **Neurotransmisores y Neuropeptidos:** Los neurotransmisores y neuropeptidos, tradicionalmente conocidos por sus funciones en el sistema nervioso, también actúan como importantes moléculas de señalización en el eje neuroinmune, modulando la actividad y función de las células inmunes. Las fibras nerviosas específicas de neurotransmisores y neuropeptidos se distribuyen en el cerebro, y la liberación de neurotransmisores y neuropeptidos en los órganos linfoides puede alterar la función inmune..
- **Hormonas:** Las hormonas, particularmente aquellas liberadas por el sistema neuroendocrino en respuesta al estrés u otras señales fisiológicas, desempeñan un papel importante en la comunicación sistémica entre los sistemas nervioso e inmune. Las hormonas esteroides del eje HPA, como el cortisol, son reguladores clave de la comunicación neuroinmune, ejerciendo efectos inmunomoduladores significativos.
- **Óxido Nítrico:** El óxido nítrico (NO) es una molécula de señalización paracrina importante en los sistemas nervioso, inmune y circulatorio. Su capacidad para difundirse directamente a través de las membranas celulares le permite participar en la comunicación rápida y localizada en diversos contextos fisiológicos, incluida la interacción neuroinmune.

## Influencia del Sistema Inmune en la Función Cerebral, el Comportamiento y el Estado de Ánimo

El sistema inmune ejerce una influencia notable en la función cerebral, el comportamiento y el estado de ánimo a través de varias vías.

- **Señales Inmunes Periféricas y Función Cerebral:** Las señales inmunes periféricas, principalmente en forma de citoquinas proinflamatorias liberadas durante la activación inmune, pueden afectar la función cerebral. Estas citoquinas pueden ingresar al cerebro a través de la barrera hematoencefálica o señalizar el cerebro a través de otras vías, influyendo en la actividad neuronal y provocando cambios en el comportamiento, el estado de ánimo y la cognición. Por ejemplo, los niveles elevados de citoquinas circulantes pueden modificar la actividad de muchas regiones del cerebro, incluido el hipotálamo, el sistema límbico y la corteza, afectando el sueño y el comportamiento. La inflamación periférica crónica también se ha relacionado con el deterioro cognitivo.
- **Neuroinflamación y Comportamiento:** La inflamación dentro del sistema nervioso central (neuroinflamación) se ha implicado en la etiología de varios trastornos psiquiátricos, incluidos la ansiedad y la depresión. La activación prolongada de la señalización proinflamatoria en el cerebro puede afectar el estado de ánimo, la cognición y el comportamiento, y se asemeja a muchas características observadas en los trastornos del estado de ánimo, como el retraimiento social, la anhedonia y las alteraciones del sueño. La neuroinflamación puede ser desencadenada por estrés crónico, infección o lesión, y puede dañar las neuronas y contribuir al deterioro cognitivo y los cambios en el estado de ánimo.

**Ejemplos Específicos de Influencia Inmune en el Comportamiento:** La activación del sistema inmune periférico puede provocar el "comportamiento de enfermedad", caracterizado por fatiga, náuseas, pérdida de apetito y retraimiento social. En algunos casos, la activación inmune continua puede incluso conducir al desarrollo de síntomas de depresión en individuos vulnerables. Se ha descubierto que la disfunción de la respuesta inmune afecta las funciones cognitivas y la personalidad. La inflamación en el hipocampo, el centro de la memoria del cerebro, también puede alterar significativamente la motivación y el comportamiento, algo que ha sido evidenciado en estudios con animales de laboratorio en los que se observó modificaciones en el comportamiento de búsqueda de alimentos, con diferencias notables entre machos y hembras.

## Implicaciones Clínicas

### Interacciones Neuroinmunes en Enfermedades Neurodegenerativas

Las interacciones neuroinmunes, particularmente la neuroinflamación, desempeñan un papel complejo y significativo en el desarrollo y la progresión de las enfermedades neurodegenerativas. La neuroinflamación, caracterizada por la activación de células inmunes residentes en el cerebro como la microglia y los astrocitos, es un sello distintivo de muchas enfermedades neurodegenerativas, incluidas la enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson, la esclerosis múltiple y la esclerosis lateral amiotrófica (ELA). Si bien la inflamación aguda puede ser protectora, la inflamación crónica en el SNC puede ser perjudicial y contribuir a la pérdida neuronal progresiva y a la progresión de la enfermedad. En la enfermedad de Alzheimer, por ejemplo, la interacción entre los sistemas inmune dentro y fuera del cerebro influye críticamente en la etiología y patogénesis de la enfermedad. La activación crónica de la microglia, las células inmunes residentes del cerebro, puede contribuir a una inflamación sostenida y a la pérdida sináptica. De manera similar, en la enfermedad de Parkinson, la neuroinflamación se ha implicado en la degeneración de las neuronas dopaminérgicas.

### Interacciones Neuroinmunes en Enfermedades Infecciosas

El sistema neuroinmune desempeña un papel fundamental en la respuesta del cuerpo a las infecciones, facilitando la detección y eliminación de patógenos. El sistema nervioso y el sistema inmune se comunican para iniciar mecanismos de defensa, enviando células inflamatorias al sitio del problema para comenzar el proceso de curación. Las células inmunes y las moléculas fluyen hacia y desde el sistema nervioso central todo el tiempo, apoyando la función cerebral normal, combatiendo infecciones y tumores. El cerebro envía señales para indicar a las células inmunes que causen inflamación, que es la activación del sistema inmune para proteger el cuerpo de patógenos dañinos.

La activación inmune durante las infecciones puede tener manifestaciones neurológicas significativas. Las citoquinas liberadas durante la inflamación pueden cruzar la barrera hematoencefálica, afectando la función neuronal. Las células inmunes informan al SNC sobre los eventos periféricos relacionados con la infección. En algunas infecciones virales, como el virus del Nilo Occidental, las moléculas inmunes liberadas en otras partes del cuerpo pueden derramarse en el cerebro, dañando el tejido y causando confusión mental. Los agentes infecciosos pueden infiltrarse en el SNC y provocar respuestas inflamatorias, lo que lleva a afecciones como la encefalitis o la meningitis.

## Interacciones Neuroinmunes en Trastornos Psiquiátricos

Existe un creciente cuerpo de evidencia que vincula las alteraciones en la comunicación neuroinmune con la etiología y progresión de varios trastornos psiquiátricos. La desregulación del eje neuroinmune, particularmente la inflamación crónica de bajo grado y la neuroinflamación, se ha implicado en la fisiopatología de una amplia gama de trastornos psiquiátricos, incluidos la depresión, la ansiedad, la esquizofrenia, el trastorno del espectro autista (TEA) y el trastorno bipolar. Los pacientes con trastornos psiquiátricos a menudo exhiben niveles anormalmente altos de inflamación sistémica y activación microglial en comparación con la población general. En el TEA, se ha observado activación y desregulación inmune sistémica, con aumento de citoquinas proinflamatorias.

### Conclusiones

Finalmente, considerando lo expuesto, cabe destacar que esta intrincada red de relaciones que se establecen entre el sistema inmune y el sistema nervioso, pero también con otros sistemas como el endócrino y el metabólico, da cuenta de la complejidad de los mecanismos involucrados en sostener un estado saludable. Son múltiples y diversas las influencias del mundo exterior que estimulan a nuestro sistema nervioso e impactando en nuestra respuesta inmune así como, de manera inversa, la activación de la respuesta inmune conduce a alteraciones en nuestro comportamiento y en el funcionamiento de muchos órganos.

Es de suma importancia comprender al cuerpo como una unidad funcional, en el que los diversos sistemas dialogan para sostener un estado fisiológico saludable. Cuando la integridad de algún órgano o tejido se ve amenazada, la interacción entre sistema inmune y sistema nervioso se hace fundamental para orquestar una respuesta apropiada, siendo la desregulación de este proceso conducente a procesos patológicos.