



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



## Especialistas en neurociencias buscan despejar los enigmas del sistema nervioso

En el de Área de Neurobiología, el Centro de Investigación en Neurociencias de la UCR estudia, desde hace más de 20 años, diversos aspectos del funcionamiento normal y patológico del sistema nervioso. Imagen tomada de [concepto.de](https://concepto.de).

El Centro de Investigación en Neurociencias (CIN) de la Universidad de Costa Rica (UCR) estudia, desde hace más de dos décadas, diversos aspectos del funcionamiento normal y patológico del sistema nervioso

2 ENE 2023 Ciencia y Tecnología

La neurobiología es una ciencia que estudia la organización y función del sistema nervioso, con el propósito de comprender las bases neurales del comportamiento y los procesos mentales.

Para su estudio, en el [CIN](#) se han conformado grupos con estudiantes e investigadores de carreras como Biología, Microbiología, Farmacia, Psicología, Medicina, Biotecnología, Nutrición, Filología, Filosofía e Informática.

Estos equipos multidisciplinarios contribuyen de forma colaborativa para resolver problemas complejos, que no podrían ser abordados integralmente de manera unidisciplinaria.

La inter y transdisciplinariedad no solo son características distintivas de las neurociencias, sino también componentes esenciales de nuestro centro.

## Análisis del sistema nervioso

En el área de la Neurobiología del CIN, las investigaciones se realizan incorporando diferentes niveles de análisis, desde lo micro hasta lo macro (ver Figura 1 de la infografía).

El nivel más elemental se conoce como el **nivel molecular o intracelular**, que implica analizar lo que ocurre dentro de las células nerviosas, especialmente la actividad de los genes (ver Figura 1F), la conformación de las proteínas (ver Figura 1C) y el intercambio de moléculas entre el interior y el exterior de las neuronas (ver Figura 1B).

Un siguiente nivel, conocido como **celular o sináptico**, implica el estudio de la comunicación química y eléctrica entre las neuronas, así como el efecto que pueden tener las drogas, los medicamentos o las toxinas sobre dicha comunicación (ver Figura 1A, B y E).

En el nivel siguiente, se analizan los **cambios estructurales o anatómicos** que tienen lugar dentro y entre las diversas estructuras del sistema nervioso.

La integración de todos los niveles anteriores se conoce como el **nivel funcional o fisiológico**, el cual subyace al nivel de estudio más macro: el análisis del comportamiento y los procesos mentales como expresión última de la actividad del sistema nervioso (ver Figura 1D).

## Biomodelos de experimentación

Los modelos animales nos permiten abordar diversas preguntas sobre el sistema nervioso.

Un modelo animal es una especie no humana, cuya anatomía, fisiología o comportamiento se parece lo suficiente a la del ser humano (al menos en el aspecto en estudio), como para poder extrapolar los resultados del primero al segundo.

**La investigación básica y preclínica con modelos animales** es esencial para poder comprender las causas de diversas enfermedades, así como para avanzar en el desarrollo de nuevos tratamientos.

# Métodos y técnicas empleadas en el área de neurobiología del CIN



El uso de modelos animales se basa en los principios biológicos de homología y analogía. La homología se refiere a la comparación de órganos o sistemas similares de dos organismos distintos que tienen el mismo origen evolutivo. El principio de analogía, por el contrario, supone comparar órganos o sistemas similares de dos organismos con un desarrollo embrionario y origen evolutivo diferentes.

Por ejemplo, los roedores, como ratas y ratones de laboratorio, son modelos homólogos, mientras que los invertebrados (por ejemplo, los *Helix*) son modelos análogos.

Mediante los modelos animales, se pueden realizar experimentos que de otra manera serían éticamente inadmisibles en humanos. Aun así, los experimentos en animales se efectúan bajo los mayores estándares éticos y científicos, y deben ser aprobados por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales (Cicua).

## Análisis conductual y bioacústico

El uso de modelos animales implica la cuantificación y el análisis de diferentes aspectos del comportamiento animal, incluidas las vocalizaciones ultrasónicas (VUS) de los roedores de laboratorio (ver Figura 1D).

Un aspecto esencial del análisis de las VUS en el campo de las neurociencias es que estas constituyen una ventana al estado emocional y motivacional de los animales, al que de otra manera sería difícil acceder.

El CIN se ha abocado al desarrollo de métodos para **registrar digitalmente la conducta animal**. La automatización de estos procesos ha sido fundamental para maximizar el uso de recursos y la calidad de la información generada.

LEA TAMBIÉN: [¿Cómo nos acercamos a comprender qué es la memoria de trabajo?](#)

Para ello, se han desarrollado paquetes informáticos y herramientas computacionales para el análisis de las VUS y de los rasgos conductuales multivariados.

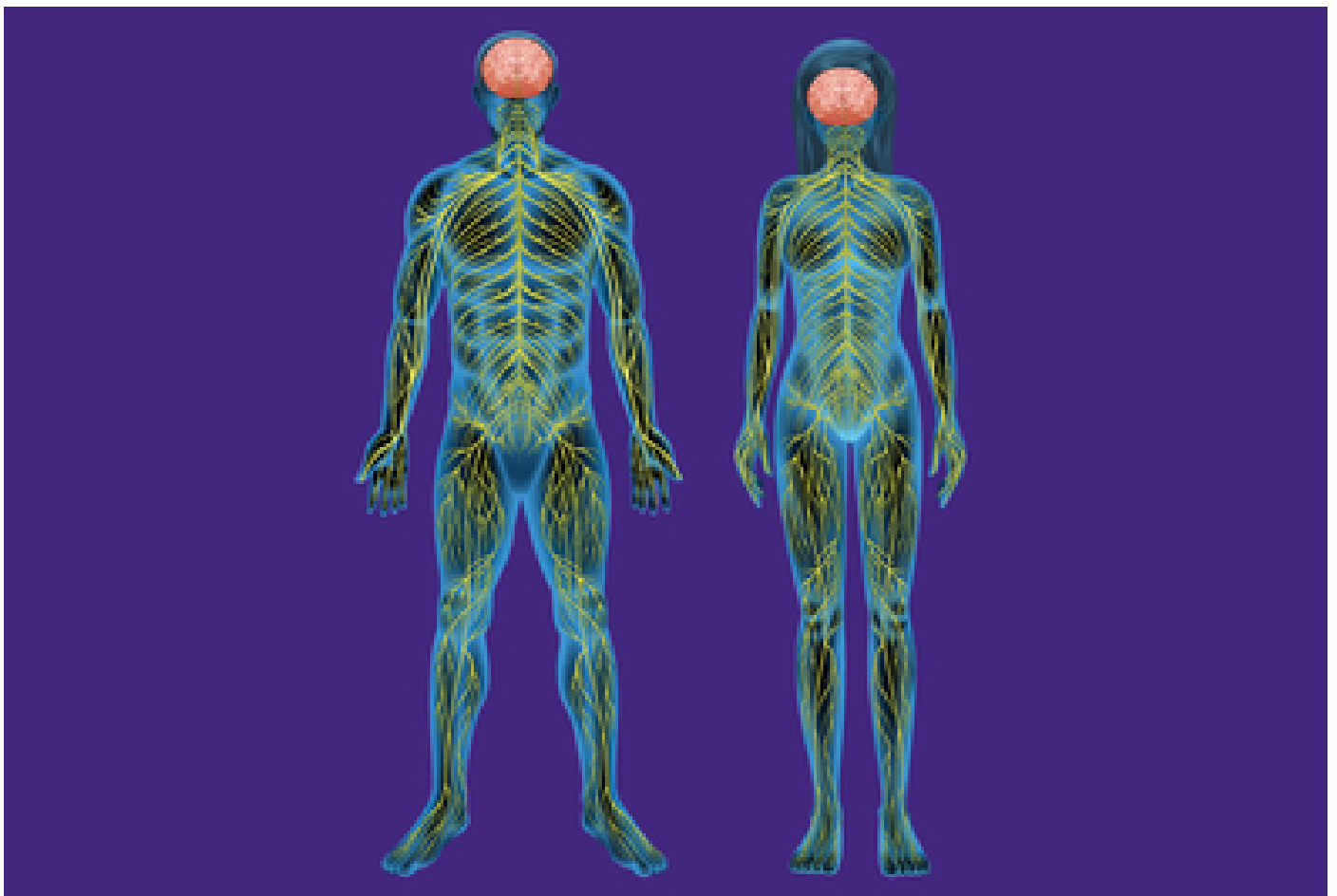
Estos estudios se efectúan tanto en animales de laboratorio como en animales silvestres, como aves, murciélagos y roedores.

Actualmente, mediante herramientas de aprendizaje computacional, estudiamos la diversidad, estructura y función sintáctica de las VUS, para **entender las bases neurobiológicas de la comunicación y el comportamiento social.**

## Investigación preclínica

Por medio de diferentes niveles de análisis del sistema nervioso, el empleo de biomodelos de experimentación y la combinación de técnicas de medición cerebral y conductual (ver Figura 1), hemos estudiado una gran variedad de temas relacionados con procesos cognitivos, emocionales y conductuales, tanto normales como patológicos.

Algunos de estos se mencionan a continuación:



Sistema nervioso central. Imagen tomada de [freepik.com](#).

---

**Plasticidad neuroconductual y resiliencia:** La plasticidad cerebral o neuroplasticidad se refiere a la capacidad del sistema nervioso de cambiar como respuesta al ambiente.

Estos cambios se analizan en diferentes niveles y pueden incluir modificaciones en la estructura y función de las células nerviosas (ver Figura 1C). Dentro de estas células, los cambios neuroplásticos son orquestados por una enorme variedad de genes, que modifican su actividad en respuesta a estímulos externos e internos (ver Figura 1F).

En colaboración con el Instituto de Investigaciones en Salud ([Inisa](#)), de la UCR, estudiamos la expresión de genes en varias regiones cerebrales relacionadas con procesos de aprendizaje, memoria, estrés, motivación e interacción y comunicación social.

La neuroplasticidad también representa la facultad del cerebro para recuperarse y reestructurarse. Este potencial adaptativo le permite al sistema nervioso resistir la exposición a estímulos adversos, así como reponerse de lesiones o enfermedades.

En el CIN estudiamos la **plasticidad neuroconductual en respuesta a situaciones negativas y positivas**, con el fin de identificar factores de vulnerabilidad y protección para el desarrollo de trastornos psiquiátricos (ansiedad, depresión, dependencia de sustancias).

Entre las situaciones negativas, analizamos los efectos del estrés crónico, la privación social, la exposición a sustancias psicoactivas (como el alcohol y las anfetaminas) y a dietas hipercalóricas y poco nutritivas. Entre los estímulos positivos, estudiamos los efectos del ejercicio físico, la estimulación sensoriomotora y el contacto social.

**Trastornos neurodegenerativos y motores:** La electrofisiología nos permite describir el comportamiento eléctrico del sistema nervioso y así entender el **funcionamiento de las neuronas y de otros tejidos excitables, como los músculos** (ver Figura 1B).

Además, nos permite, por un lado, entender las causas de algunas patologías, como la epilepsia y las miotonías y, por otro, la posterior identificación de blancos terapéuticos para el desarrollo de mejores tratamientos.

Actualmente, estudiamos las corrientes eléctricas que regulan la excitabilidad neuronal en un modelo unicelular de comportamiento epiléptico, así como el efecto de mutaciones sobre la excitabilidad muscular y su relación con enfermedades miotónicas.

También evaluamos los **efectos de toxinas animales sobre la actividad eléctrica de las neuronas** y su posible utilidad científica. De hecho, empleamos una toxina llamada 6-OHDA para modelar la neurodegeneración que ocurre en la **enfermedad de Parkinson (EP)** (ver Figura 1E).

La EP es una enfermedad neurodegenerativa progresiva; es decir, a lo largo de los años, las neuronas de una región cerebral (conocida como la sustancia negra *pars compacta*) mueren gradualmente. En consecuencia, se producen síntomas motores como el tremor en reposo, la rigidez y la inestabilidad postural, entre otros.

A pesar de los grandes esfuerzos realizados, poco se sabe sobre los mecanismos que inician el proceso neurodegenerativo, sobre todo durante las etapas tempranas de la enfermedad.

En el CIN nos enfocamos en caracterizar conductual, neuroquímica y neuroanatómicamente (ver Figura 1 A, C y D) la progresión neurodegenerativa que tiene lugar en las etapas tempranas de la EP, prestando especial atención a las diferencias sexuales que puedan explicar por qué este padecimiento es más frecuente en hombres que en mujeres.

# El CIN celebra diez años de logros y transformaciones

El Centro de Investigación en Neurociencias (CIN) de la Universidad de Costa Rica (UCR) nació en 1999 como el Programa de Investigación en Neurociencias (PIN), bajo la coordinación del Dr. Jaime Fornaguera Trías. En ese momento, el PIN fue adscrito al Departamento de Bioquímica de la Escuela de Medicina.

Debido al crecimiento del número de investigaciones, en el 2002 llegó a ser uno de los cinco programas de investigación de interés institucional de la UCR. Continuó creciendo en producción académica y en su impacto a la sociedad.

Por la importancia de su quehacer, en el 2013 se constituyó como Centro de Investigación en Neurociencias.

A partir de esto, el CIN ha buscado fomentar y realizar investigación científica en neurociencias para contribuir con la formación académica al promover la integración de diversas disciplinas, por medio de actividades docentes y de acción social.

Con el afán de definir un derrotero para la generación del conocimiento, se han desarrollado dos áreas de investigación: el Área de Neurobiología y el Área de Desarrollo Cognitivo.

En el de Área de Neurobiología se han estudiado, desde hace más de 20 años, diversos aspectos del funcionamiento normal y patológico del sistema nervioso.

El Área de Desarrollo Cognitivo tiene como línea de investigación transversal el estudio de la memoria de trabajo. Específicamente, se han investigado los factores que limitan la capacidad de la memoria de trabajo y el papel de esta en el rendimiento académico, la comprensión de lectura, las dificultades de aprendizaje, el bienestar psicológico, entre otros.

Los hallazgos de ambas áreas de investigación han tenido impacto directo en diferentes ámbitos de nuestro país (por ejemplo, en la salud y educación, entre otros) y han sido publicados en revistas científicas de vanguardia.

Con ello, el CIN busca “ser un centro líder en el desarrollo de investigaciones multi, inter y transdisciplinarias de excelencia en el campo de las neurociencias, a nivel nacional e internacional, cuyo talento humano realiza actividades de docencia y acción social para el beneficio de la sociedad” (visión del CIN).

Dr. Odir Rodríguez Villagra

Director

**Juan Carlos Brenes Sáenz**

**Colaboraron: Marianella Masís Calvo, Jaime Fornaguera Trías, Raquel de Souza Lima, Oscar Brenes García, Marcelo Araya Salas y Andrey Sequeira Cordero.**

**Etiquetas:** [neurociencias](#), [cin](#), [investigacion](#), [neurobiologia](#), [sistema nervioso](#).