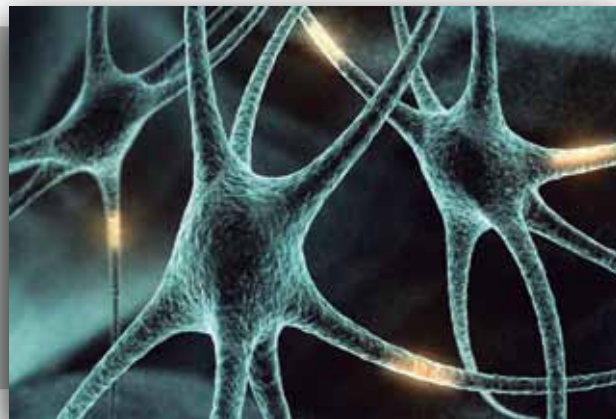


## GENERAL

Por: Daniel Lancheros, Biólogo Marino-Coordinador, Ángela Castellanos, MD-Investigador, Rodrigo Barrera, MD-Interno, Jorge Reynolds, Director.  
Institución: Departamento de Investigaciones – Fundación Clínica Shaio

Impulsos eléctricos en la neuronas. [navigateyourlife.org](http://navigateyourlife.org)



## ELECTROICTIOLOGIA Y LA APLICACIÓN DE ELECTRICIDAD EN MEDICINA



El magnetismo y la electricidad han sido siempre objeto de fascinación para el hombre. La búsqueda de sus orígenes y de cómo lograr utilizarla, es tan antigua, como la humanidad misma y su intento de manipular y controlar el dolor. Cierta especie de peces inspiró e impresionó a las civilizaciones antiguas por sus propiedades fisiológicas. La ictiofauna eléctrica (del griego ictio que significa pez) reúne especies con propiedades electrofisiológicas y formas muy diferentes como anguilas, rayas y bagres; están relacionadas filogenéticamente entre sí y comparten una especialidad interesante: poseen electrocitos (células) que producen descargas eléctricas tan fuertes como para aturdir y paralizar otros animales. Esta característica singular, ha sido estudiada y utilizada por científicos con intenciones terapéuticas y permitieron la primera aplicación de la electricidad en la medicina.

Los peces eléctricos no tienen escamas y están recubiertos por una membrana mucosa permeable a la corriente eléctrica. Hasta la fecha nadie ha dado una explicación satisfactoria a la misteriosa invulnerabilidad que tienen frente a su más poderosa arma estando sumergidos en un medio conductor como es el agua<sup>1</sup>.

Aunque existen varios libros acerca de los peces eléctricos, pocos han sido enfocados en explicar las técnicas y los aspectos terapéuticos derivados de ellos. Por esta razón nos tomamos a la tarea de producir esta revisión inicial con el objetivo de resumir las características más importantes de los peces eléctricos en un solo artículo sencillo y asequible. Aparte aunque es natural que las publicaciones científicas provean des-

cripciones detalladas de los métodos, son muchas las razones por las que consideramos que no sería productivo hacerlo sin un gran nivel de restricción para este artículo.

En el Egipto faraónico se consumía una de las especies de bagre con propiedades eléctricas, el *Malapterurus Electricus*; por su parte, los griegos denominaron a los peces eléctricos con el nombre genérico “narke” que significa productores de adormecimiento y del que se origina la palabra narcosis<sup>2</sup>.

*Imagen: Peces-anguila Bajo relieve egipcio [www.egiptologia.com](http://www.egiptologia.com)*



**NOMBRE COMÚN:**

Raya-eléctrica leopardo

**NOMBRE CIENTÍFICO:**

Narcine leoparda.

**HÁBITAT:**

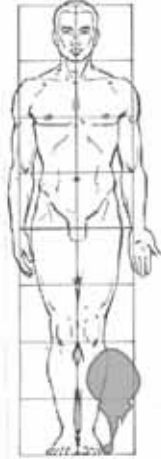
Vive en fondos blandos.

Profundidad: 5-33 m.

Conocido solamente del sur de Colombia.

**TAMAÑO:**

36 cm.



**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:**

Disco alargado a redondeado, su ancho casi igual a su longitud.

Órgano eléctrico al lado del ojo, su origen justo delante del nivel del ojo.

Aletas pectorales se solapan ligeramente en borde anterior de las aletas pélvicas.

Cola más corta que el disco.

Borde del espiráculo sin papilas.

1 par de aberturas nasales.

Segunda aleta dorsal usualmente un poco más grande que la primera.

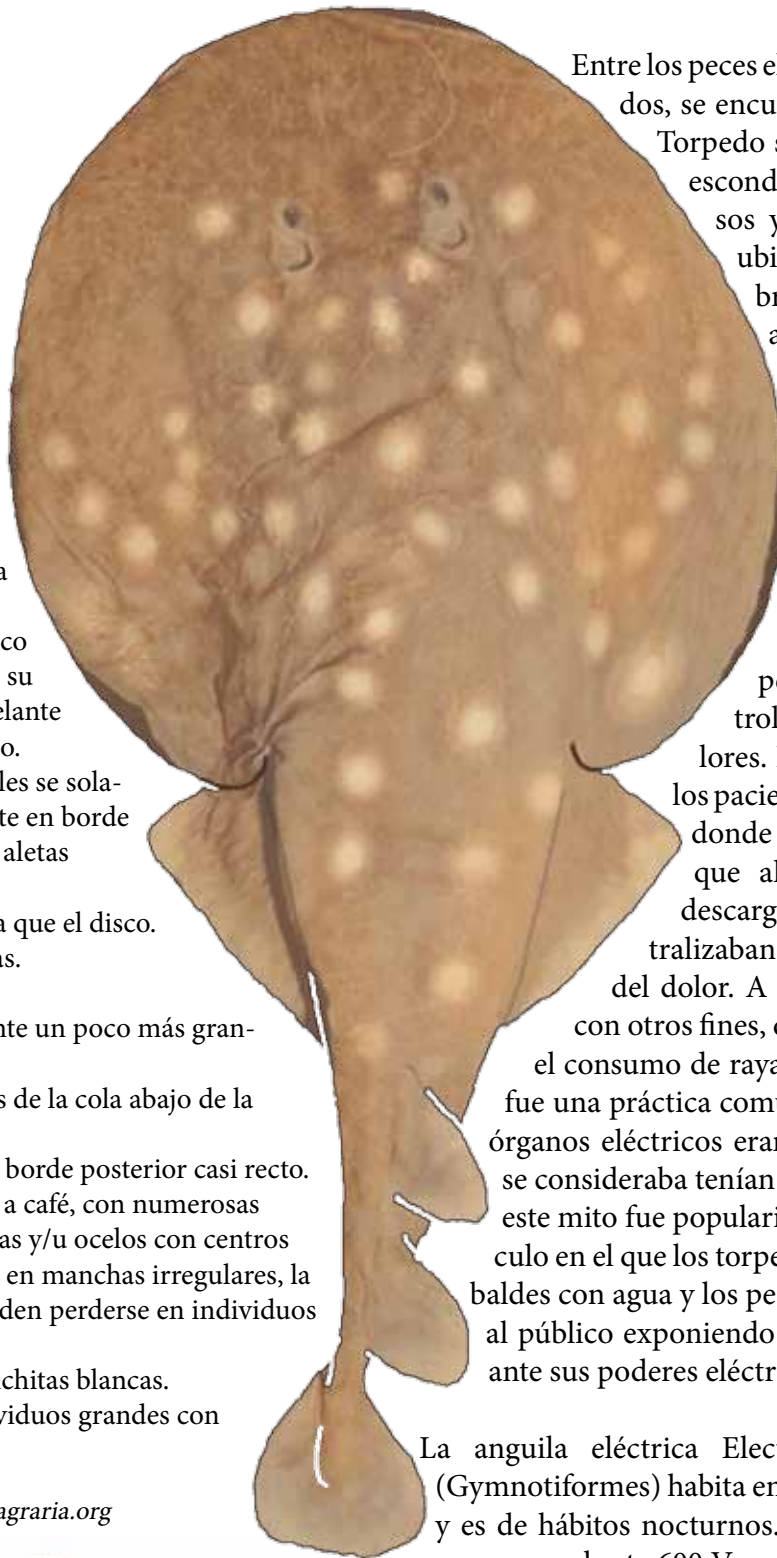
Origen de los pliegues laterales de la cola abajo de la primera aleta dorsal.

Aleta caudal angulada, alta, su borde posterior casi recto. Superficie superior café-rojizo a café, con numerosas manchas pequeñas redondeadas y/u ocelos con centros pálidos que no son fusionados en manchas irregulares, la mayoría de estas manchas pueden perderse en individuos grandes.

aletas dorsal y caudal con manchitas blancas.

superficie inferior crema, individuos grandes con bordes café claro

**Imagen:** Anguila eléctrica. [www.agraria.org](http://www.agraria.org)



Entre los peces eléctricos más estudiados,

se encuentra la raya torpedo

Torpedo spp. Esta especie vive

escondida en fondos arenosos

y posee electroplacas

ubicadas cerca de las

branquias en la región

anterior. Para defenderse

y atacar a sus presas,

generan descargas de 20 Voltios

(V) con intervalos de 5 milisegundos.

En el año 100 d.C. Plutarco

(Roma) describió el uso del

pez torpedo para controlar

toda clase de dolores.

Inicialmente trataron

los pacientes a la orilla del mar

donde mantenían torpedos

que al pisarlos producían

descargas eléctricas que

neutralizaban las señales nerviosas

del dolor. A modo de contraste

y con otros fines, durante el siglo XVIII

el consumo de rayas torpedo en Francia

fue una práctica común, aclarando que los

órganos eléctricos eran desechados porque

se consideraba tenían propiedades nocivas,

este mito fue popularizado por un espectáculo

en el que los torpedos eran ubicados en

baldes con agua y los pescadores sorprendían

al público exponiendo peces más pequeños

ante sus poderes eléctricos<sup>2</sup>.

La anguila eléctrica *Electrophorus electricus*

(Gymnotiformes) habita en cursos de agua dulce

y es de hábitos nocturnos. Sus órganos eléctricos

generan hasta 600 V para aturdir a sus presas

o defenderse de los depredadores, aunque también

producen campos eléctricos menores a 1 V con el

fin de ubicarse espacialmente y comunicarse con sus

congéneres. El proceso de electrogénesis ocurre en los

electrocitos, que se encuentran por miles en los

órganos eléctricos y funcionan con la proteína integral

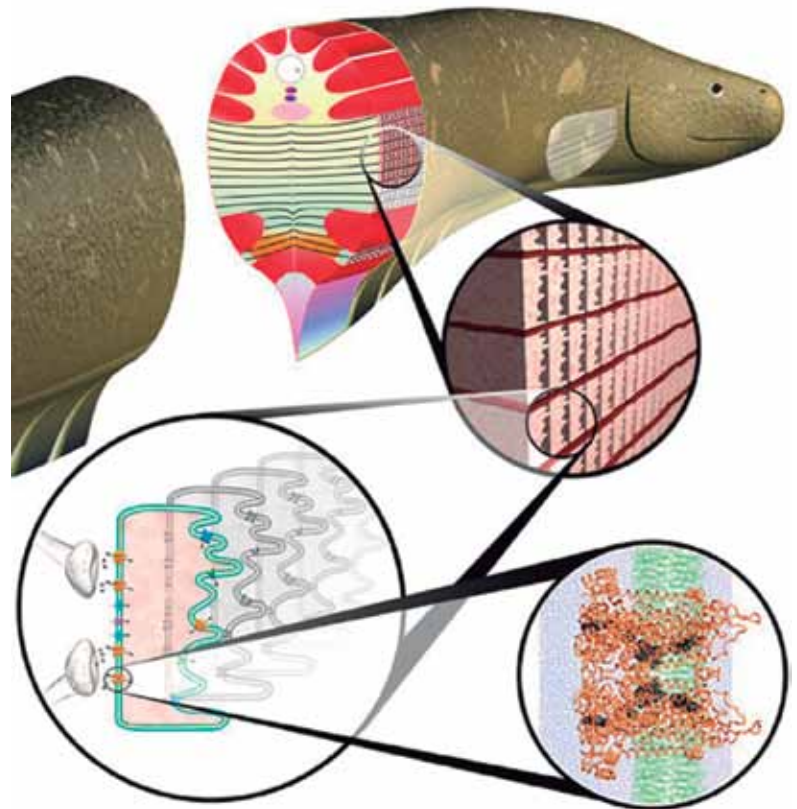
de membrana Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup> (bomba sodio-potasio) produciendo

cada uno 0,15 V<sup>3</sup>.

El uso de los peces eléctricos no se limitó al tratamien-



to de dolores de cabeza y aquellos producidos por acumulación de ácido úrico en las articulaciones (enfermedad conocida como gota). Otro uso popular, fue el de estimular los esfínteres anales para producir contracciones del musculo y así controlar los casos de incontinencia fecal. Galeno utilizó torpedos para disminuir la ansiedad y el stress en personas; hasta el final del renacimiento varios médicos continuaron con la prescripción de torpedos para tratar todo tipo de condiciones. Los árabes enfatizaban las virtudes del sueño posteriores a recibir una descarga del torpedo y aseguraban que anulaba la aflicción producida por la melancolía. El médico islámico Dawud al-Antaki, uno de los más importantes de su tiempo, fue conocido por curar la epilepsia de sus pacientes utilizando torpedos. La electricidad producida por peces continuó siendo utilizada hasta finales de 1860 y la hidroelectroterapia, en la que el paciente era sumergido en una bañera que contenía una anguila eléctrica para tratar enfermedades intratorácicas, continuó en uso hasta la primera mitad del siglo pasado<sup>4</sup>.

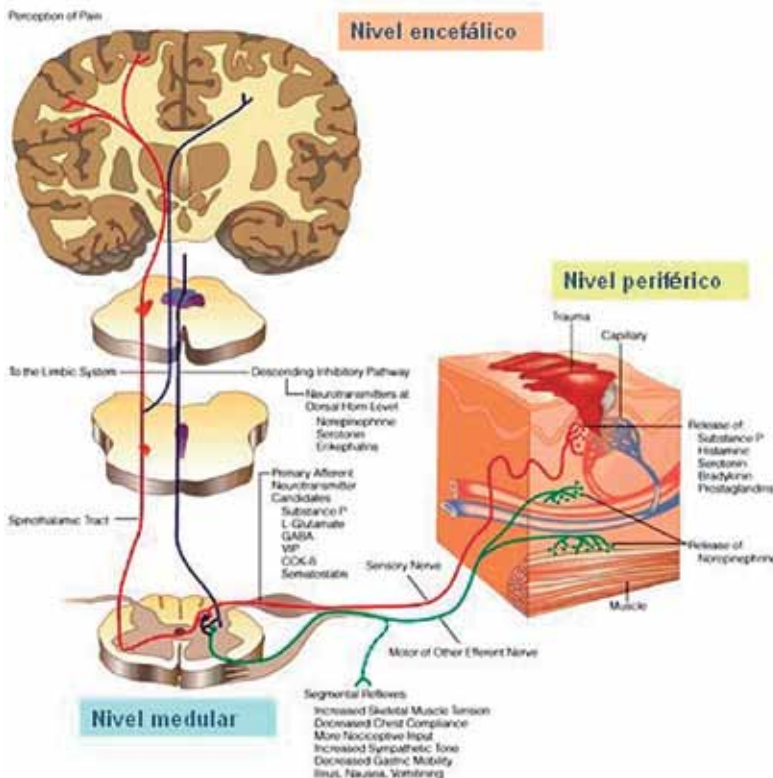


**Imagen:** Esquema de las eléctro placas en una Anguila. [www.nlo.mir.ru](http://www.nlo.mir.ru)

En el siglo XVIII y XIX, la terapia con corriente eléctrica pasó a ser artificial. La terapia pionera, llamada frankilismo, se valía de un generador por fricción. Christian Kratzenstein fue el primero en utilizar esta

energía con fines terapéuticos. Posteriormente durante el Galvinismo, la corriente eléctrica se aplicó directamente sobre la piel del paciente en ciclos regulares (pulsos). La tercera etapa, se denominó Faradismo, el impulso se inducía intermitentemente y con direcciones alternativas. Posteriormente se utilizaron como medios terapéuticos las frecuencias altas. El siglo XIX es considerado la edad de oro de la electroterapia porque se utilizó en terapias psiquiátricas, neurológicas, dentales y ginecológicas entre otras<sup>5</sup>.

**Imagen:** Percepción del dolor. Teoria de las Compuertas Dolor Melzack y Wall.1965 [www.fisioterapia.blogspot.com](http://www.fisioterapia.blogspot.com)



Sin embargo, durante los inicios del siglo XX la terapia con electricidad cayó en desuso debido a la falta de estudio sobre sus bases científicas y a la implementación de nuevas terapias farmacológicas en las distintas enfermedades. Desde 1965 con la introducción de la teoría de las compuertas de Melzack y Wall surgió un nuevo entusiasmo sobre el uso de esta técnica terapéutica para la estimulación directa de los nervios periféricos y los nuevos estudios de neurofisiología. La terapia del dolor por medio de electricidad funciona por dos mecanismos: primero la inhibición de la señal eléctrica a nivel del asta posterior de la medula espinal y segundo, la activación de la vía inhibitoria del dolor reforzada

por la acción de opioides endógenos, serotonina, noradrenalina acetilcolina, ácido aminobutírico (GABA) y adenosina<sup>5</sup>.

Actualmente la terapia moderna del dolor se encuentra basada en diferentes formas de estimulación eléctrica dentro de las que se encuentran: estimulación eléctrica nerviosa transcutánea (TENS), estimulación eléctrica nerviosa percutánea (PENS o electro-acupuntura) estimulación de médula espinal (SPS) y recientemente la estimulación muscular externa de alto tono (HTEMS). Los primeros dos métodos son ampliamente utilizados en dolores de intensidad moderada y en rehabilitación neuromuscular. La estimulación a nivel de la médula espinal es utilizada en dolores crónicos refractarios de intensidad severa, principalmente de origen neuropático o isquémico. Al igual que el HTEMS, que es utilizado principalmente en neuropatía periférica por diabetes, enfermedad renal y neuropatías periféricas<sup>6</sup>.

Entre otras formas de estimulación que aún se encuentran en fase de investigación, está la estimulación mioeléctrica, (EMS) con altos niveles de efectividad sobre el control del dolor en pacientes con enfermedades crónicas como insuficiencia cardíaca, diabetes y enfermedad pulmonar obstructiva<sup>7</sup>.

Los tiempos han cambiado e innovaciones muy importantes han llevado a elaboración de nuevos métodos para investigar las aplicaciones de los principios electrofisiológicos de los peces eléctricos. Algunos están relacionados con el desarrollo de tecnologías, pero la mayoría son derivaciones de la inventiva en relación con los instrumentos ya disponibles y una mejor interpretación de los datos. Los peces eléctricos representan un reto particular para biólogos y electrofisiológicos ya que a menudo

son difíciles de caracterizar durante las fases críticas de su ciclo de vida en su hábitat natural. Por último su conservación se ha visto gravemente afectada principalmente por los conflictos con la población civil, que los utiliza como fuente de alimentación y de ingresos económicos para la industria del ecoturismo, también debido a que atraen un alto nivel de atención pública al ser presentadas como especies peligrosas y nocivas, lo cual se refleja en la insuficiente legislación para su protección y conservación en muchos países.

### Referencias Bibliográficas

1. Wong RY, Hopkins CD. Electrical And Behavioral Courtship Displays In The Mormyrid Fish *Brienomyrus Brachyistius*. *J Exp Biol*. 2007 Jul; 210 (Pt 13):2244-52.
2. David Charles Schechter. 1983. Exploring the Origins of Artificial Cardiac Stimulation: Selected Works. Medtronic, Inc. Publisher Medtronic, 181 p.
3. Marsat G, Longtin A, Maler L. Cellular and Circuit Properties Supporting Different Sensory Coding Strategies in Electric Fish and Other Systems. *Curr Opin Neurobiol*. 2012 Aug; 22(4):686-92.
4. Kellaway P. The part played by electric fish in the early history of bioelectricity and electrotherapy. *Bull Hist Med*. 1946 Jul; 20(2):112-37.
5. Heidland A, Fazeli G, Klassen A, Sebekova K, Hennemann H, Bahner U, Di Iorio B. Neuromuscular electrostimulation techniques: historical aspects and current possibilities in treatment of pain and muscle wasting. *ClinNephrol*. 2013 Jan; 79 Suppl 1:S12-23.
6. Dolhem R. The history of electrostimulation in rehabilitation medicine. *Ann Readapt Med Phys*. 2008 Jul; 51(6):427-31.
7. Henderson JM. Peripheral nerve stimulation for chronic pain. *Curr Pain Headache Rep*. 2008 Jan; 12(1):28-31.

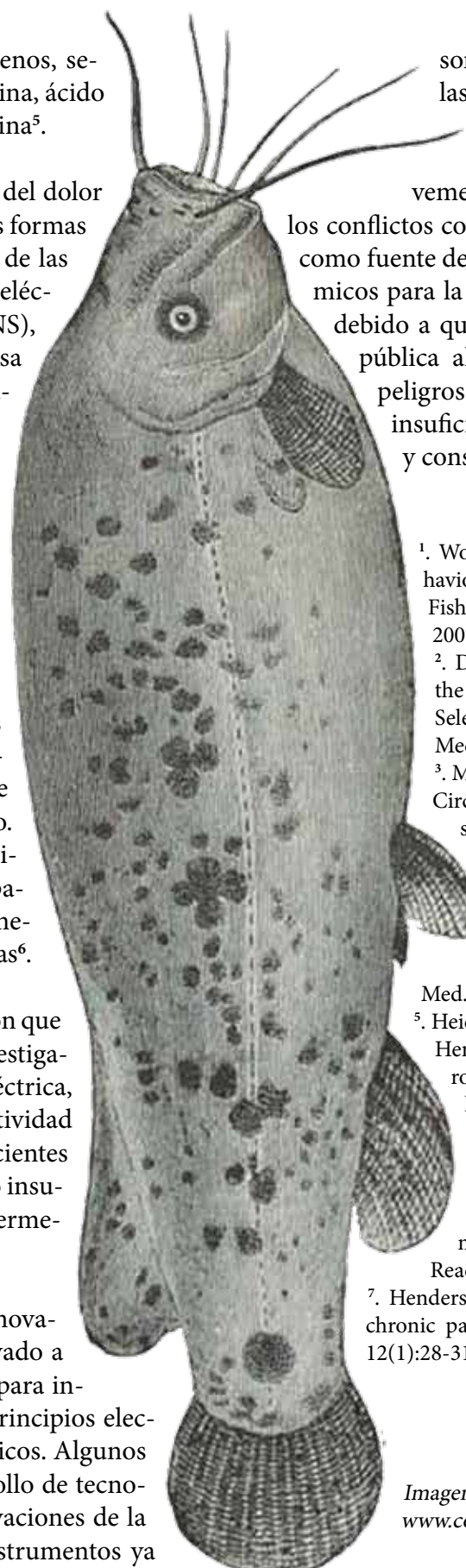


Imagen: *Malapterurus Electricus* Electrical Shad. [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org)

