

LOS PECES ELÉCTRICOS: EXTRAÑOS POSEEDORES DE "BATERÍAS ORGÁNICAS"

MIRTA L. GARCÍA (*)

Hemos descubierto sensaciones básicas enteramente ajenas al repertorio humano. Mientras que los humanos detectan electricidad sólo indirectamente por un destello de luz o un cosquilleo de la piel, los peces eléctricos de África y Sudamérica, un grupo de anguilas de agua dulce, bagres y peces con "nariz de elefante" viven en un mundo galvánico. Generan campos eléctricos alrededor de sus cuerpos con tejido muscular del tronco que ha sido modificado por la evolución a "baterías orgánicas". Este poder es controlado por un interruptor neural... Los zoólogos, usando generadores y detectores, pueden entrar en la conversación. Serían capaces de "hablar como a través de la piel del pez".

Edward O. Wilson

El fascinante mundo de los peces ha despertado desde tiempo inmemorial gran interés y curiosidad. Las casi 25.000 especies de peces descriptas constituyen en número más de la mitad de los vertebrados actuales, y si bien los insectos conforman un grupo mucho más numeroso, en individuos y en especies, no los pueden igualar en cuanto a la variedad de formas y tamaños.

Los peces habitan diversos ambientes desde los trópicos hasta los polos, desde la superficie infinita del mar abierto hasta las profundidades abismales del océano, en playas arenosas, en arrecifes coralinos, en grandes ríos, en pequeños arroyos y aun

en ambientes subterráneos. Esta gran diversidad de ambientes ha ofrecido a los peces amplias oportunidades para su especialización.

Las relaciones entre los peces y el medio se establecen a través de los sentidos (vista, olfato, gusto, oído, tacto), de un sistema particular, que es el de la línea lateral (línea de poros en los flancos del pez), equipado con mecanorreceptores y electrorreceptores. Además, adquiere relevancia la comunicación mediante impulsos eléctricos. Los peces constituyen el único grupo, dentro del reino animal, equipado con órganos

especialmente adaptados para producir descargas eléctricas que les sirven para defenderse de enemigos, atraer presas o para formar un campo eléctrico con ondas electromagnéticas cuya perturbación es registrada por órganos sensoriales especiales, que forman parte del sistema de la línea lateral. Por ejemplo, si otro pez entra en un campo eléctrico produce un cambio de potencial que es captado por el pez que lo produce.

Esta capacidad se ha desarrollado independientemente en siete familias de peces que incluyen especies de rayas, torpedos, bagres, peces hocico

de elefante, anguilas y frailes.

**¿Cómo es el órgano eléctrico?
¿Cómo se produce la descarga?
¿Qué función cumple?**

Todo músculo en contracción produce pequeñas descargas eléctricas y por otra parte el agua, al tener minerales disueltos, es un buen conductor de electricidad. Estos dos factores han permitido el desarrollo de determinado tipo de comunicación, muy útil para los organismos acuáticos. Numerosos peces poseen órganos especializados para detectar los impulsos eléctricos (electrorreceptores), pero sólo un pequeño grupo tiene la capacidad de generar electricidad.

En la mayoría, el órgano

eléctrico está formado por la modificación de fibras de músculo estriado y consiste en una pila de células planas innervadas, llamadas electroplacas (Fig. 1A). Cada placa puede estar formada, por ejemplo en el caso de los torpedos, por hasta cuatrocientas células dispuestas verticalmente y formando una sola columna. El número de placas puede variar entre 150 y 1000, según la especie, y la polaridad se debe a diferencias en la disposición de las electroplacas (Fig. 1B).

El órgano eléctrico está bajo control del cerebro y se conoce bastante bien el comportamiento motor desde el cerebro al órgano eléctrico, pero aún no se conoce dónde

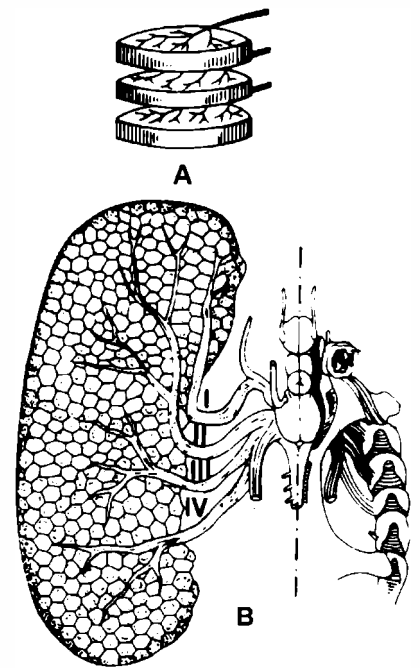


Fig. 1. A, Esquema de una electroplaca; B, órgano eléctrico de *Torpedo* (lado izquierdo). Se observan centenares de prismas hexagonales orientados dorsoventralmente formados por electroplacas apiladas y reunidos en el órgano eléctrico de forma arriñonada e innervado por cuatro ramas nerviosas.

CIV
COLEGIO DE INGENIEROS
DISTRITO V

CIV
CIV
CIV

CALLE 3 N° 616
TEL. / FAX: (0221)
483-0824 / 425-8625
1900 LA PLATA

El Distrito V del Colegio de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires acompaña la prestigiosa trayectoria de tan reconocida Institución.

La Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno" es motivo de orgullo para todos los sectores de la comunidad por la actividad cultural que desarrolla.

ocurre la integración que lleva a la descarga. Es obvio que la sincronización de la descarga de las electroplacas produce respuestas de mayores voltajes.

Como ya mencionáramos, las descargas eléctricas tienen varias funciones, entre ellas localizar presas, defensa y reconocimiento intra e interespecífico. Por ejemplo, si el voltaje y el amperaje son altos, la descarga puede ser utilizada como un mecanismo protector o para aturdir a presas vivas que van a ser ingeridas; si se trata de microvoltajes puede ser utilizado como un sistema de orientación, ayudando al pez a evitar obstáculos.

Se cree que los trenes de impulsos eléctricos son advertencias a rivales de un territorio ocupado. Diferentes especies de peces mormiridos y gimnótidos producen su propio modelo de impulsos. Algunos autores han comparado las descargas de los peces eléctricos con el canto de los pájaros, y otros sostienen que podrían actuar como una especie de radar submarino o como los sonidos de alta frecuencia de los murciélagos. Para algunos peces que no tienen muy buena vista o que viven en ambientes con poca visibilidad, estos impulsos eléctricos sirven realmente como un medio de comunicación con individuos de la misma especie. Utilizan la electricidad no como arma, sino como generador de señales, es así que pueden llamar a sus parejas o encontrar su posición en los cardúmenes. En estudios recientes se ha descubierto que existen diferencias sexuales en la intensidad de las descargas y se estableció además que se utilizan patrones eléctricos para

establecer dominancia jerárquica.

Algunas especies de peces eléctricos

La descarga más poderosa entre los peces eléctricos ha sido registrada en la anguila eléctrica sudamericana, que pertenece a la familia de los gimnótidos (Fig. 2). Es uno de los peces eléctricos mejor estudiados. Cinco sextas partes de la longitud de su cuerpo están ocupadas por un órgano eléctrico (Fig. 3B). Las descargas de este órgano pueden alcanzar una tensión de 500 a 650 voltios, la polaridad es positiva en la cabeza y negativa en la cola. La anguila eléctrica utiliza este órgano sobre todo para atraer presas; preda



Fig. 2. Anguila eléctrica (*Electrophorus electricus*).

principalmente langostas y peces de agua dulce. En otros peces de la misma familia se han descrito órganos eléctricos, de menores dimensiones y con descargas mucho más débiles.

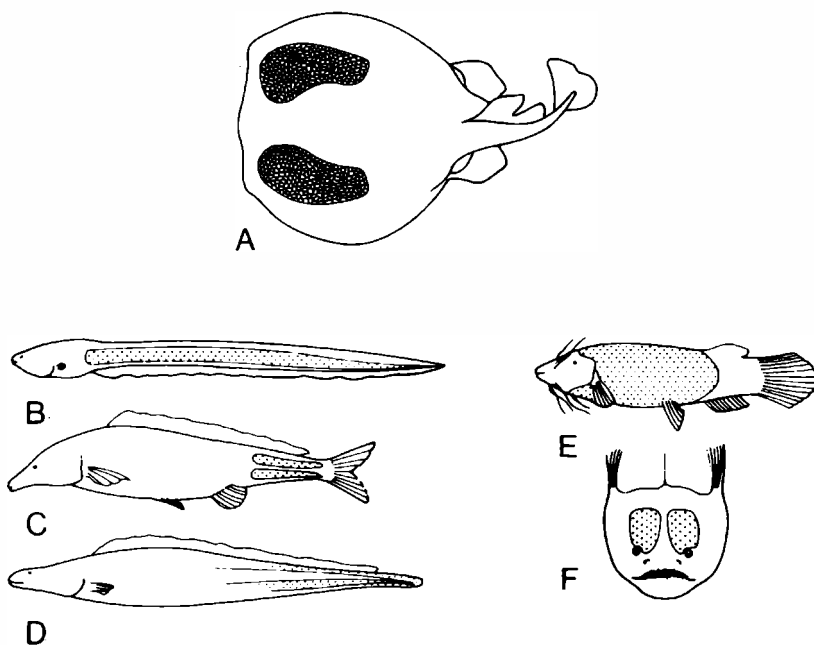


Fig. 3. Disposición de los órganos eléctricos en: A, torpedos; B, anguila eléctrica; C, mormirido; D, *Gymnarchus niloticus*; E, bagre eléctrico; F, pez fraile.

Se cree que sirven preponderantemente para el sondeo eléctrico, un sistema de localización direccional. Tanto en gimnótidos como en mormíridos, este órgano cumple una función de localización que está basada en la detección de los cambios de potenciales eléctricos alrededor del pez. Estos peces se desplazan por medio de la ondulación de la aleta dorsal o anal, manteniendo rígida la postura del cuerpo. Se cree que esto último facilitaría la electrolocalización.

En los torpedos, el órgano eléctrico tiene un notable desarrollo, formando dos masas arriñonadas a los lados del disco (Fig. 3A). La faz dorsal es positiva mientras que la ventral es

negativa. En algunas especies se han registrado descargas de hasta 200 voltios, pero la mayoría de ellas no producen más de 80. Si bien no existe una evidencia clara de que los




Fig. 4. Bagre eléctrico (*Malapterurus electricus*).

órganos de los torpedos o de las rayas eléctricas cumplan una función electrolocalizadora, es posible que los torpedos que habitan en grandes profundidades puedan utilizarlo

de esta forma. Por otra parte, algunos autores afirman que los órganos eléctricos cumplen algunas funciones relacionadas con la reproducción y con el reconocimiento interespecífico.

En estudios experimentales realizados en los Estados Unidos de América, se comprobó que las descargas de

 **LIGANTEX**

**Fábrica
de
pinturas**



59 N° 734 - Tel: (0221) 425-7166

Los peces eléctricos y su relación con el hombre

El anecdotario de los peces eléctricos se remonta a épocas pretéritas cuando los antiguos egipcios comentaban de las descargas débiles pero perceptibles al tacto de los *Gymnarchus* del Nilo. Esta especie fue incluida, junto con el bagre eléctrico, en numerosas pictografías en frisos de tumbas y joyas.

Por su parte, los griegos conocían a las rayas eléctricas, que no sólo fueron usadas como motivos ornamentales de alfarería, sino que también fueron citadas por Hipócrates y Platón. Los torpedos y los bagres eléctricos llamaron la atención de los antiguos habitantes de la zona del Mediterráneo. Estos curiosos peces fueron protagonistas de historias, pinturas y también se les atribuyeron poderes terapéuticos, tanto es así que en la antigua Roma el remedio más aplicado para la gota era la descarga de un torpedo.

Es interesante destacar que 200 años atrás Alessandro Volta inspirado en las descargas de dos peces eléctricos, inventó la pila.

En la actualidad, algunos pueblos de África utilizan como alimento al bagre eléctrico, aunque hay otros que evitan comerlo por temor a que afecte su virilidad. Por su parte, *Gymnarchus niloticus* es considerado en algunas zonas de África como un excelente pez comestible.

La anguila eléctrica ha sido objeto de anécdotas, historias y pinturas acerca de las descargas producidas sobre animales y viajeros en ríos brasileños de poca profundidad. Su pariente cercano, la morena negra, es temido por los nativos de las Guayanas, ya que creen que en este pez se encarna el espíritu de los muertos o del diablo.



Grabado de fines del siglo XIX donde se observan caballos sufriendo la descarga de anguilas eléctricas.

un torpedo introducido en un acuario con tiburones leopardo, provocó en ellos movimientos frenéticos, en ocasiones hasta saltos impresionantes en el aire, cayendo algunos fuera del estanque.

Las rayas, por su parte, tienen pequeñas zonas de tejido eléctrico en la cola que pueden producir descargas de baja intensidad.

Otra especie es el bagre eléctrico africano (Fig. 4) cuyas descargas alcanzan los 350 voltios y cumplen funciones de caza,

defensa y sondeo eléctrico. Es interesante destacar que a diferencia del resto, éste es el único caso en que el órgano eléctrico es de origen glandular, situado en una capa de tejido adiposo, inmediatamente debajo de la piel (Fig. 3E).

En los mormiridos (Fig. 5), peces de hábitos nocturnos que viven en cuerpos de agua dulce de elevada turbidez de África, el órgano eléctrico está ampliamente distribuido en la región caudal y crea un campo eléctrico alrededor del pez (Fig.

3C). Además poseen sobre la piel unos pilares neuronales que son capaces de registrar perturbaciones muy pequeñas, del orden de los 0,15 milivoltios, producidas en el campo eléctrico. Por lo tanto, este instrumento radiogoniométrico sirve para que el pez se relacione con el medio, ya que la visibilidad es muy baja y de esta manera puede percibir obstáculos, localizar los refugios y formar cardúmenes. En este grupo el cerebelo es el de mayor tamaño entre todos los peces,

dado que esta región es la encargada de controlar la descarga eléctrica.

Otra familia de peces muy relacionada con la anterior es la de los gimnárquidos, cuya única especie (Fig. 3D) es de hábitos solitarios y vive en pantanos o cerca de la desembocadura de los ríos. Es sumamente versátil en la producción de electricidad, ya

que puede emitir descargas constantes y uniformes. A través de la experimentación se ha demostrado que esta especie puede diferenciar objetos geométrica y ópticamente idénticos pero que posean diferente conductividad. En cambio, no pueden diferenciar objetos externamente idénticos y de conductividad similar,

aunque tengan distinta composición química.

Los peces eléctricos de la fauna argentina

En la Argentina existen varias especies de peces capaces de producir descargas eléctricas. Dos de ellas son torpedos, de esqueleto cartilaginoso, y el resto

**Caja de Previsión Social para Abogados
de la Provincia de Buenos Aires**

**...más de 50 años de
solidaridad organizada**

INFORMES
Sede Central:
Calle 13 N° 821 - piso 3
Tel.: (0221) 427-0204
Fax: (0221) 422-6297
o en Delegaciones

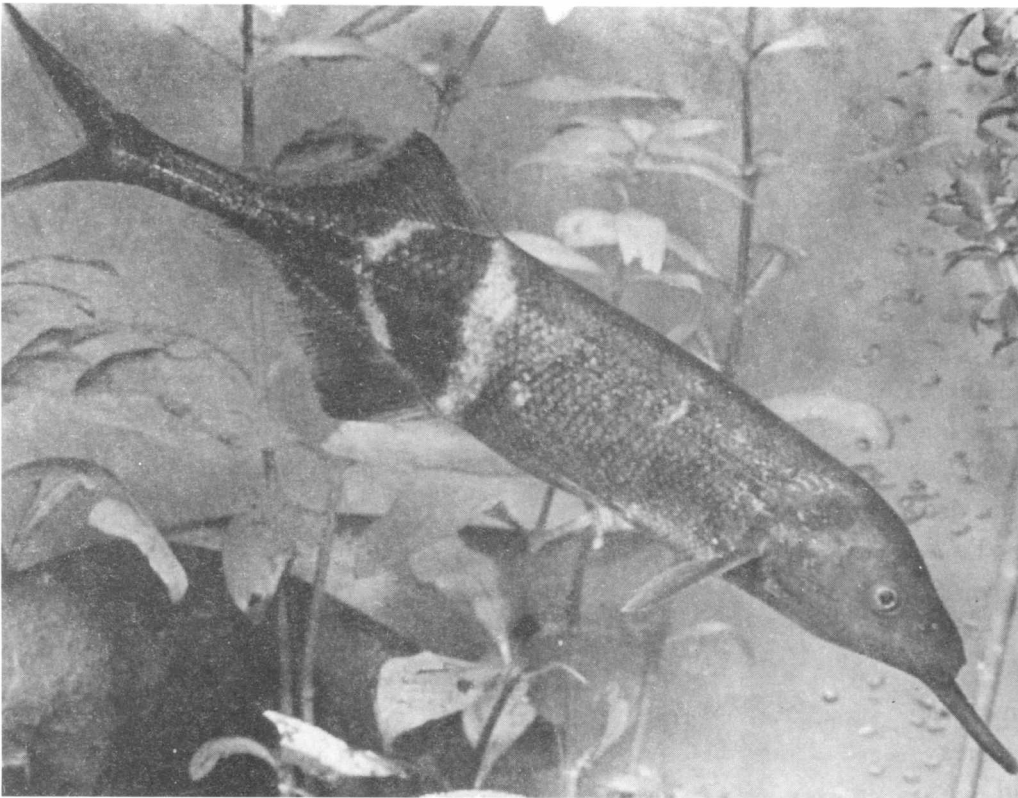


Fig. 5. Mormirido africano.

son peces óseos, algunas especies de gimnótidos y una especie marina conocida vulgarmente con el nombre de fraile o cura.

Torpedo puelcha (Fig. 6) es una especie de gran tamaño, muy escasa, que se distribuye desde el Brasil hasta las costas de la

provincia de Buenos Aires. La otra especie de torpedo es *Discopyge tschudii* mucho más abundante, más pequeña, que se distribuye desde el sur del Brasil hasta la Patagonia en el océano Atlántico y en las costas chilenas en el Pacífico.

Los embriones de esta especie son retenidos en el útero de la hembra, sin placentación (ovoviviparismo). Se observó que cuando estos embriones están a término y son extraídos, el órgano eléctrico ya es funcional y provoca un pequeño cosquileo.

El órgano eléctrico de esta especie ha sido particularmente estudiado, y evidencias experimentales han demostrado su valor, sobre todo en

estudios bioquímicos de las proteínas sinápticas, como la acetilcolina de tipo nicotínico y la enzima acetilcolinesterasa. Estas proteínas sinápticas fueron aplicadas en estudios terapéuticos experimentales

Distribución de peces eléctricos

Entre los peces cartilaginosos sólo poseen órganos eléctricos algunas especies de rayas y los torpedos, con casi cuarenta especies. Se distribuyen en todos los océanos. Es interesante resaltar que no se han descrito órganos eléctricos en tiburones.

Entre los peces óseos existen varias familias de peces eléctricos. Los mormiridos reúnen a un grupo de cerca de doscientas especies, distribuidas en cuerpos de agua dulce de África y conocidas vulgarmente con el nombre de peces de hocico de elefante. Los gimnárquidos incluyen una única especie, *Gymnarchus niloticus*, que tiene la misma distribución que los mormiridos y puede alcanzar 1,50 m de longitud.

Los gimnótidos comprenden numerosas especies de agua dulce, que se distribuyen desde Centroamérica hasta la Argentina. La más conocida es la anguila eléctrica, *Electrophorus electricus*, que se distribuye en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Puede alcanzar una longitud de 1,80 m y se han registrado tensiones, en un acuario de Nueva York, de hasta 650 voltios.

Entre los siluriformes se encuentra *Malapterurus electricus*, un bagre eléctrico que vive en el valle del Nilo (África Central). Su longitud máxima es de 1,20 m y su peso de 22 kilogramos.

Por último, la familia de peces marinos, los uranoscópidos, peces fraile, curas o peces astrónomos, habitan aguas templadas y tropicales de todo el mundo.

sobre enfermedades musculares.

Existen varias especies de gimnótidos, entre ellas la morena, la ratona o banderita y las morenas negras, distribuidas desde las Guyanas, cuenca de los ríos Amazonas, Pilcomayo, Paraná, Paraguay, Uruguay y Río de la Plata.

Otra especie de la Argentina es el llamado vulgarmente fraile o cura, que se distribuye en el Atlántico y alcanza las costas de la provincia de Buenos Aires. En este caso, el órgano eléctrico, ubicado detrás de los ojos, está formado por electroplacas horizontales ordenadas en capas, derivadas de músculos oculares (Fig. 3F). Tienen polaridad negativa en la región dorsal y positiva en la ventral. En algunos de ellos se han medido tensiones de hasta 50 voltios, que probablemente utilicen como defensa y sondeo.

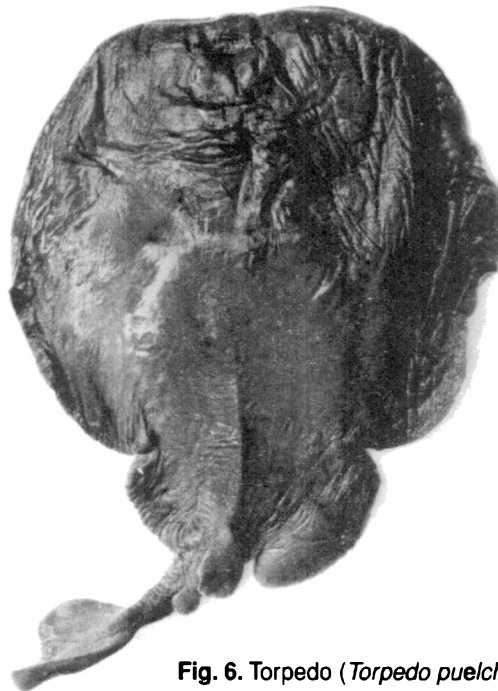


Fig. 6. Torpedo (*Torpedo puelcha*).

* Departamento Científico Zoología Vertebrados, Museo de La Plata; investigador del CONICET.

Lecturas sugeridas

Bone, Q., N. B. Marshall & J. H. S. Blaxter. 1995. Biology of Fishes. Blackie Academic & Professional, London.

García, M. L. 1984. Sobre la biología de *Discopyge tschudii* (Chondrichthyes, Narcinidae). Physis, A, 42 (103): 101-112.

Herald, E. S. 1962. Los peces. Seix Barral, S.A., Barcelona.

Menni, R. C., R. A. Ringuet & R. H. Arámburu. 1984. Peces marinos de la República Argentina. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires.

Moyle, P. B. & J. J. Cech, Jr. 1996. Fishes. An introduction to ichthyology. Prentice Hall, London.

Adhesión

Estudio Jurídico

Juan Alberto Ortiz
José Luis Alardi
Juan Alberto Ortiz (h)
ABOGADOS

Calle 13 N° 709 • La Plata • Tels.: 424-4330 / 423-5174