

La inteligencia de los pulpos

Martha León-Olea ^{1*}

¹ Dirección de Investigaciones Biomédicas en Salud Mental, Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz

* Dirección para correspondencia: marthalo@inprf.edu.mx

En 2010, mientras el mundo seguía el Mundial de Sudáfrica, un pulpo (*Octopus vulgaris*) llamado Paul se convirtió en celebridad. Vivía en el acuario Sea Life de Oberhausen, Alemania. Daniel Fey, su cuidador, y otros miembros del equipo del acuario, para entretener a los visitantes, antes de cada partido del Mundial colocaban dos cajas transparentes con un mejillón en cada una y, también, en cada caja la bandera de cada uno de los dos equipos que estaban por enfrentarse. Paul simplemente abría una de las cajas para comer el mejillón. La primera caja que abría se interpretaba como su “predicción”, y comenzó a acertar. Lo curioso es que, pasados los días, siguió acertando. Acertó los seis partidos de Alemania, su derrota frente a España en semifinales y la victoria de España sobre Países Bajos en la final. En total, ocho predicciones consecutivas correctas —la prensa internacional enloqueció—. Lo que comenzó como una actividad para entretener a los visitantes terminó captando la atención de millones de personas en todo el mundo.

¿Realmente adivinaba? Desde un punto de vista estadístico, ocho aciertos consecutivos tienen una probabilidad de uno entre 256. Es una racha poco frecuente, pero perfectamente posible por azar. Para ponerlo en perspectiva,

acertar el Melate en México tiene una probabilidad cercana a uno entre 32 millones. Es decir, resulta más de cien mil veces más difícil ganar el Melate que repetir la racha de aciertos de Paul.

Lo sorprendente es que la verdadera historia de los pulpos resulta mucho más extraordinaria que esa leyenda. Mientras millones de personas discutían si Paul era un adivino, los neurobiólogos llevaban décadas descubriendo algo más fascinante: estos animales poseen uno de los sistemas nerviosos más complejos del reino animal y resolvieron el problema de construir una inteligencia siguiendo un camino evolutivo completamente distinto al nuestro.

Los pulpos son moluscos cefalópodos: animales marinos de cuerpo blando, ocho brazos flexibles y una extraordinaria capacidad para transformar el color y la textura de su piel. Son depredadores, maestros del camuflaje y seres con una gran capacidad de resolución de problemas; representan una de las especies más interesantes, ya que son criaturas sorprendentes, casi mágicas por sus cualidades de camuflaje, movilidad e inteligencia.

Se conocen alrededor de 300 especies de pulpos, entre ellas el *Octopus vulgaris*, el pulpo de anillos azules (*Hapalochlaena*) —famoso por su toxicidad— y el *Octopus maya*, endémico de la península de Yucatán, de gran importancia pesquera y muy solicitado en la cocina mexicana.

Su fama reciente no depende solo de Paul. Libros como *Other Minds*, de Peter Godfrey-Smith, y documentales como *My Octopus Teacher* y *Secrets of the Octopus* han influido enormemente en el interés público sobre estos moluscos y en

la divulgación de los conceptos sobre la inteligencia de los cefalópodos y de los pulpos en particular, mostrando el uso de herramientas, estrategias de caza, el establecimiento de conductas sociales y el maravilloso camuflaje, que radica no solamente en el cambio de colores, sino también de la textura de la piel para igualar su entorno y hacerse invisibles a sus depredadores, o también, en ocasiones, hacerse visibles, como en el caso del pulpo de anillos azules (*Hapalochlaena*), que expone sus anillos con más brillo como aviso de peligro a sus depredadores, ya que contienen una neurotoxina muy potente que los mataría en minutos.

El riesgo es confundir una historia atractiva con una prueba de inteligencia. Abrir un frasco o escapar de un acuario puede ser sorprendente, pero una anécdota aislada no basta. La evidencia convincente aparece cuando una conducta se estudia de manera controlada y reproducible. Comparar directamente a un pulpo con un primate puede llevarnos por un camino equivocado. Sus linajes se separaron hace más de 500 millones de años, y sus sistemas nerviosos siguieron trayectorias evolutivas independientes. La pregunta no es si el pulpo piensa “como nosotros”, sino qué soluciones encontró la evolución para producir aprendizaje flexible en un cuerpo y un cerebro radicalmente distintos.

¿A qué llamamos inteligencia?

Aunque parece un concepto sencillo, definirla ha sido uno de los mayores desafíos de la biología, la psicología y la filosofía. No existe una definición única de

inteligencia, y el problema se vuelve mayor cuando hablamos de animales no humanos. Desde la neuroetología puede entenderse, de manera operativa, como la capacidad de adquirir información, aprender de la experiencia, conservarla y utilizarla con flexibilidad para resolver problemas o adaptarse a situaciones nuevas. Esta definición evita exigir lenguaje humano o razonamiento abstracto y permite formular preguntas experimentales.

Claro que definir qué tan inteligente es un pulpo es más complejo de lo que parece. Los neuroetólogos, para definir qué tan inteligente es un animal, suelen evaluar diferentes capacidades tales como: aprendizaje, memoria, resolución de problemas, flexibilidad conductual, exploración, conducta de juego y adaptación a situaciones nuevas que impliquen el uso de herramientas.

Las bases para analizar la inteligencia de los cefalópodos comenzaron a establecerse gracias a los trabajos del neurocientífico y zoólogo británico John Z. Young (1907-1997). Mediante estudios de conducta, neuroanatomía y lesiones experimentales, demostró que los pulpos pueden aprender, recordar y resolver problemas; además, identificó regiones cerebrales especializadas en estas funciones, comparables desde el punto de vista funcional —aunque no evolutivo— con algunos centros de integración de los vertebrados (Young, 1961).

Un hecho importante es que el cerebro de estos animales es relativamente grande para su tamaño corporal; posee alrededor de 500 millones de neuronas —el cerebro humano posee aproximadamente 86 mil millones—. Tiene una organización compleja para ser un invertebrado; presentan lóbulos especializados

y sistemas dedicados al aprendizaje y memoria, uno de los más estudiados es el lóbulo vertical.

A diferencia de los vertebrados, más de la mitad de sus neuronas no se encuentran en el cerebro central, sino en los brazos. En *Octopus vulgaris*, aproximadamente 180 millones de neuronas se localizan en los lóbulos cerebrales, alrededor de 140 millones en los lóbulos ópticos y entre 170 y 200 millones en los ocho brazos. Cada brazo contiene circuitos sensoriales, motores e interneuronas capaces de procesar información de manera local. Esto les permite ejecutar movimientos complejos y explorar el entorno con un notable grado de autonomía, mientras el cerebro central coordina la conducta general.

En otras palabras, el cerebro no controla cada movimiento de forma individual; delega muchas decisiones a los circuitos neuronales distribuidos en los brazos. Además, estos circuitos participan en la percepción táctil, química, el control motor y la exploración activa del entorno. Es decir, están involucrados directamente en la interacción con el mundo externo.

Los experimentos de Young

Young estableció buena parte de las bases experimentales para estudiar el aprendizaje en *Octopus vulgaris*. En tareas de discriminación visual, los cefalópodos se colocaban en acuarios experimentales donde se les mostraban dos estímulos visuales, por ejemplo: un rectángulo horizontal y uno vertical, o un círculo y un

cuadrado. Si el pulpo atacaba el estímulo correcto recibía comida, pero si atacaba el incorrecto, no recibía recompensa o recibía un estímulo aversivo leve. Después de múltiples ensayos, disminuían los errores, aumentaba la selección correcta y mantenían el desempeño por encima del azar. Esto demostraba aprendizaje asociativo visual. Cuando se interrumpía el entrenamiento y se evaluaba nuevamente al animal días después, parte de lo aprendido se conservaba. Esto indicaba que poseen memoria a largo plazo (Young, 1961).

Young combinó estas pruebas con estudios anatómicos y lesiones de regiones cerebrales. Una de las estructuras en que concentró su atención fue el lóbulo vertical, parte de un sistema implicado en aprendizaje y memoria. Las lesiones de esta región alteraban ciertas tareas aprendidas sin abolir todas las respuestas sensoriales y motoras. Décadas después, se estudió directamente la fisiología de esta estructura en cortes cerebrales que contenían, además de este lóbulo, sus conexiones aferentes; estimularon estas conexiones y encontraron un fenómeno equivalente funcionalmente a una potenciación duradera de la transmisión sináptica, que se considera como plasticidad neuronal asociada con aprendizaje (Hochner y Shomrat, 2014). También encontraron que posee mecanismos celulares compatibles con almacenamiento de información y que la plasticidad en el lóbulo vertical depende de óxido nítrico (NO) —un neurotransmisor gaseoso presente en los vertebrados hasta el hombre—. El NO actúa como modulador de la transmisión sináptica y participa en el mantenimiento de cambios duraderos en la eficacia sináptica. Más recientemente, se estudió el reconocimiento

de objetos nuevos en el Octopus maya y se observó que no solo usa la visión, sino también la exploración táctil, tal como lo hacen los vertebrados más evolucionados (Vergara-Ovalle *et al.*, 2023). Nuestro grupo reportó una amplia distribución anatómica del NO en el sistema nervioso del Octopus maya, en el lóbulo vertical y también en el tejido nervioso de los tentáculos, lo que implica su participación en funciones como aprendizaje, memoria y quimiorrecepción olfativa, entre otras (Vergara-Ovalle *et al.*, 2024). La presencia del NO en organismos como los moluscos implica que los mecanismos en los que participa esta molécula son ancestrales y se han conservado a través de la evolución, lo cual señala su relevancia funcional.

Con estos resultados experimentales obtenidos en condiciones controladas y en numerosos animales, y considerando el desempeño conductual (aprendizaje y memoria), la complejidad anatómica (localización de lóbulos especializados, ej. lóbulo vertical), fisiológica (plasticidad sináptica de larga duración) y molecular (participación del NO en mecanismos específicos de señalización), se desprende que el argumento más sólido para destacar la inteligencia de los pulpos no es solamente el uso de herramientas ni las anécdotas de comportamiento, sino la existencia de una cadena completa de evidencia que conecta conducta, neuroanatomía, fisiología y mecanismos celulares, algo que muy pocos invertebrados poseen tan bien documentado.

Otra pregunta interesante no es si el pulpo es más inteligente que otros animales, sino cómo evolucionó su inteligencia, ya que los pulpos constituyen uno

de los mejores modelos naturales para estudiar cómo la evolución puede generar sistemas nerviosos complejos con funciones sofisticadas, siguiendo un camino completamente diferente al de los vertebrados.

La historia del pulpo Paul despertó la curiosidad por estos animales extraordinarios. La verdadera maravilla no está en la adivinación, sino en que la evolución haya producido, en un molusco, una forma de inteligencia construida por un camino completamente distinto al nuestro. Los pulpos nos obligan a repensar qué significa ser inteligente.

Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente apoyado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y tecnología (CONAHCYT) proyecto: CBF 2023-2024-2154 y por el Instituto Nacional de Psiquiatría R.F.M. proyectos: NC143290 a M L-O y NC-3230 a F P.

Referencias

Hochner B and Shomrat T (2014). The neurophysiological basis of learning and memory in an advanced invertebrate: the octopus. In *Cephalopod Cognition* (pp. 72–93). Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139058964.007>.

Pepperberg IM (2020). The comparative psychology of intelligence: Some thirty years later. *Frontiers in Psychology* 11:973. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00973>.

Vergara-Ovalle F, Ayala-Guerrero F, Rosas C and Sánchez-Castillo H (2023). Novel object recognition in *Octopus maya*. *Animal Cognition* 26:1065–1072. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10071-023-01753-6>.

Vergara-Ovalle F, León-Olea M, Sánchez-Islas E and Pellicer F (2024). Characterization of nitric oxide in *Octopus maya* nervous system and its potential role in sensory perception. *Biology Open* 13(12):bio061756. DOI: <https://doi.org/10.1242/bio.061756>.

Young JZ (1961). Learning and discrimination in the octopus. *Biological Reviews* 36:32–96. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1961.tb01432.x>.

Manuscrito aceptado