

EL PULPO — EL EXTRATERRESTRE MÁS INTELIGENTE DE LA TIERRA

Nivel de Bloom: Analizar

Estándar:

NGSS MS-LS1-3 — Desarrollar Modelos de Organismos

NGSS MS-LS4-2 — Analizar la evidencia de la evolución

TEKS §112.18(b)(11)(A) — Biodiversidad y Sostenibilidad de Ecosistemas

EDICIÓN DEL ESTUDIANTE



Un pulpo cambia el color y la textura de su piel en milisegundos utilizando células especializadas llamadas cromatóforos, iridóforos y papilas, todo sin un comando centralizado.

El Pulpo — El Alienígena Más Inteligente en la Tierra

¿Y si la inteligencia no se pareciera en nada a la nuestra?

Imagina un animal que puede desenroscar un frasco desde adentro, reconocer el rostro de un investigador humano específico, y cambiar el color y la textura de su piel en menos de un segundo — todo mientras no tiene huesos, ni un cerebro centralizado como lo conocemos, y su sangre es azul. Esto no es ciencia ficción. Esto es el pulpo, y los científicos lo describen semi-seriamente como la cosa más cercana a una inteligencia alienígena jamás descubierta en la Tierra.



Un pulpo cambia el color y la textura de su piel en milisegundos utilizando células especializadas llamadas cromatóforos, iridóforos y papilas, todo sin un comando centralizado.

Para entender por qué, necesitamos desglosar qué hace al pulpo tan radicalmente diferente — y qué revela esa diferencia sobre la misma naturaleza de la inteligencia.

Un cuerpo construido como ningún otro

Tres corazones, sangre azul y nueve cerebros

Empecemos por lo básico: la biología del pulpo es extraordinaria. Un pulpo tiene **tres corazones**. Dos bombean sangre a las branquias; uno la bombea al resto del cuerpo. Cuando un pulpo nada, ese tercer corazón en realidad deja de latir — por eso los pulpos prefieren arrastrarse. Literalmente se quedan sin aliento al nadar.

Su sangre es azul porque utiliza **hemocianina** (una molécula basada en cobre) para transportar oxígeno, en lugar de la hemoglobina basada en hierro que vuelve roja nuestra sangre. El cobre funciona mejor en ambientes fríos y con bajo oxígeno como el océano profundo — un claro ejemplo de cómo la estructura soporta la función.

Ahora la parte más desconcertante: el sistema nervioso del pulpo. Un pulpo tiene aproximadamente **500 millones de neuronas** — aproximadamente igual que un

perro. Pero aquí está lo que lo hace alienígena: solo alrededor de un tercio de esas neuronas están en el cerebro central. Los otros **dos tercios están distribuidos por sus ocho brazos**. Cada brazo contiene su propio grupo de neuronas, llamado **ganglio**, que puede procesar información y dirigir el movimiento independientemente del cerebro central.

Esto se llama un **sistema nervioso distribuido**. La tabla a continuación lo compara directamente con el sistema nervioso humano:

Característica	Sistema Nervioso Humano	Sistema Nervioso del Pulpo
Ubicación de neuronas	Casi todas en cerebro/medula espinal	1/3 cerebro, 2/3 en los brazos
Estilo de control	Centralizado	Distribuido
Autonomía de brazos/ extremidades	Ninguna — las extremidades siguen órdenes del cerebro	Cada brazo procesa y reacciona independientemente
Total de neuronas	~86 mil millones	~500 millones

Esto significa que cada brazo puede saborear, tocar y reaccionar a su entorno por sí solo — casi como ocho agentes semi-independientes trabajando bajo un comandante. La diferencia entre estos dos sistemas es fundamental, y examinarla nos ayuda a entender por qué el comportamiento del pulpo puede parecer tan sorprendentemente flexible.

Lo que los brazos pueden hacer solos

Procesamiento semi-independiente en acción

Los investigadores han descubierto que si un brazo de pulpo se corta (algo que puede suceder en la naturaleza), seguirá alcanzando, agarrando y respondiendo a estímulos hasta por una hora. Es importante ser precisos aquí: el brazo no está pensando ni consciente — no tiene sentimientos, intenciones ni conciencia. Lo que está haciendo es procesar entrada sensorial y ejecutar respuestas motoras a través de su ganglio local, sin ninguna orden del cerebro.

Esta distinción es importante. Cuando un cerebro central envía una orden general — "alcanza ese cangrejo" — el brazo determina cómo hacerlo por sí mismo, rodeando

obstáculos y ajustando la fuerza del agarre sin esperar instrucciones adicionales. Los científicos comparan esto con la forma en que tu intestino tiene su propio sistema nervioso (el sistema nervioso entérico), pero en el pulpo, este control distribuido es mucho más sofisticado.

Resolución de problemas y cognición: lo que revela la investigación

Examinando la evidencia de inteligencia

Los científicos han realizado experimentos controlados para estudiar la cognición del pulpo. En un estudio bien conocido, se colocaron pulpos en tanques con frascos sellados que contenían comida. No solo aprendieron a desenroscar las tapas — lo hicieron cada vez más rápido en cada intento, demostrando **aprendizaje y memoria**. Algunos individuos resolvieron la tarea en menos de cinco minutos.

En otro experimento, se mostró que pulpos en un acuario de Seattle disparaban consistentemente agua a un foco específico que les molestaba — apuntando al mismo foco, repetidamente, incluso cuando el personal cambiaba. Esto sugiere no solo reacción, sino **reconocimiento y conducta intencional**.

Quizás lo más sorprendente: en una instalación de investigación en Nápoles, Italia, se demostró que los pulpos reconocían rostros humanos individuales y se comportaban diferente con personas que les agradaban versus aquellas que los trataron de manera desagradable. Estaban diferenciando entre individuos — una habilidad cognitiva que antes se pensaba requería un cerebro mucho más grande y centralizado.

Camuflaje a nivel celular

Como la piel se convierte en una pantalla

El camuflaje del pulpo no es solo un cambio de color — es un sistema de exhibición de todo el cuerpo controlado a nivel de células individuales de la piel. Tres tipos de células trabajan juntas:

- **Cromatóforos** — sacos llenos de pigmento que se expanden o contraen para mostrar u ocultar color

- **Iridóforos** — células que reflejan la luz y crean un brillo iridiscente
- **Papilas** — pequeños bultos controlados por músculos que cambian la textura de la piel, imitando rocas, coral o arena

Toda la exhibición puede cambiar en **menos de 200 milisegundos** — más rápido que un parpadeo humano. Y aquí está la sorpresa: los pulpos son daltónicos. Los científicos todavía debaten cómo logran combinar colores con tanta precisión. Una hipótesis involucra proteínas sensibles a la luz en la piel misma, lo que significa que la piel podría "ver" independientemente de los ojos.

¿Qué significa realmente "inteligencia"?

Reexaminar una idea centrada en el humano

Cuando comparamos la cognición del pulpo con la inteligencia humana o de mamíferos, nos vemos obligados a examinar nuestras suposiciones. La inteligencia a menudo se define por rasgos como resolución de problemas, memoria y reconocimiento social — y los pulpos cumplen con todos, usando una arquitectura biológica completamente diferente.

Los pulpos y los vertebrados (como nosotros) compartieron un ancestro común hace más de **500 millones de años** — antes de que existieran cerebros complejos. Eso significa que la inteligencia compleja evolucionó dos veces, de forma independiente, a lo largo de caminos completamente separados. Esto se llama **evolución convergente**, y es una evidencia poderosa de que la inteligencia puede ser una solución a la que el universo llega repetidamente — solo que adoptando formas muy diferentes.

También vale la pena señalar que los pulpos enfrentan amenazas serias en la naturaleza, como la pérdida de hábitat, el calentamiento oceánico y la sobrepesca. Entender lo extraordinarios que son estos animales es una razón por la cual los biólogos marinos defienden vigorosamente su conservación — y por qué muchos países ya incluyen a los pulpos en protecciones de bienestar animal para la investigación.

Resumen

El pulpo nos desafía a desmontar todo lo que creemos saber sobre mentes, cuerpos e inteligencia. Su sistema nervioso distribuido, brazos semi-independientes (pero no conscientes), camuflaje rápido y habilidades demostradas para resolver problemas no son solo datos fascinantes — son evidencia de un camino evolutivo radicalmente diferente hacia la cognición compleja. Al examinar cómo funcionan las estructuras del pulpo y compararlas con las nuestras, obtenemos una imagen más clara de cómo puede ser la vida — y la inteligencia — a lo largo del árbol de la vida.

OBJETIVO DE LA LECCIÓN

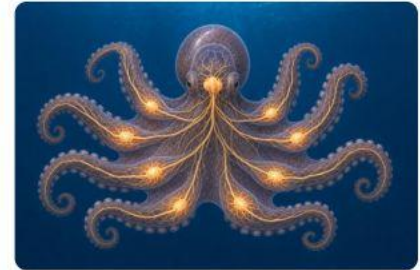
En esta lección, analizarás cómo las estructuras corporales únicas del pulpo — incluyendo su sistema nervioso distribuido, tres corazones y células especializadas de la piel — trabajan juntas para apoyar sus funciones vitales y comportamientos. Compararás el sistema nervioso del pulpo con el sistema nervioso humano y examinarás evidencia científica para explicar cómo puede evolucionar una inteligencia compleja a lo largo de caminos biológicos completamente diferentes. Al final, serás capaz de desglosar cómo la estructura y la función están conectadas en un organismo radicalmente distinto y sacar conclusiones sobre lo que eso revela acerca de la naturaleza misma de la inteligencia.

Estándar: NGSS MS-LS1-3; NGSS MS-LS4-2; TEKS §112.18(b)(11)(A)

Nivel de Bloom: Analizar

Meta de Bloom: Los estudiantes analizarán cómo el sistema nervioso distribuido del pulpo y las estructuras especializadas proporcionan evidencia de evolución convergente y desafían las definiciones antropocéntricas de inteligencia.

Explicación: Analizar requiere que los estudiantes descompongan la información compleja en partes y examinen cómo esas partes se relacionan entre sí y con conceptos más amplios. Aquí, los estudiantes compararán sistemas biológicos, interpretarán evidencia experimental y sacarán conclusiones fundamentadas sobre estructura, función y patrones evolutivos — yendo más allá de simplemente recordar hechos para construir una comprensión más profunda de por qué estas diferencias son importantes.



A diferencia de los humanos, un pulpo tiene dos tercios de sus neuronas en sus brazos; cada brazo puede sentir, reaccionar y moverse semi-independientemente del cerebro central, aunque los brazos en sí no son conscientes ni tienen autoconciencia.

APPLICATION QUESTIONS

Lee cada pregunta cuidadosamente, usa evidencia del artículo para apoyar tu pensamiento, y escribe tu respuesta en oraciones completas.

1. Un brazo de pulpo que ha sido seccionado aún puede alcanzar, agarrar y responder a estímulos durante hasta una hora. ¿Cómo demuestra este comportamiento la diferencia entre un sistema nervioso distribuido y un sistema nervioso centralizado? ¿Qué nos dice esto acerca de cómo la estructura corporal del pulpo soporta su función?

Piensa en: Piensa en dónde se localizan las neuronas en un pulpo comparado con dónde se localizan las neuronas humanas. ¿Qué significa que un brazo procese información por sí mismo, y en qué se diferencia eso de lo que puede hacer un brazo humano?

2. El artículo afirma que los pulpos y los vertebrados compartieron un ancestro común hace más de 500 millones de años, sin embargo, ambos grupos evolucionaron una inteligencia compleja. ¿Qué sugiere este patrón de evolución convergente sobre la relación entre la inteligencia y la supervivencia? Usa evidencia específica del artículo para apoyar tu análisis.

Piensa en: Piensa en lo que significa evolución convergente — dos linajes separados que llegan a soluciones similares. ¿Por qué podría la inteligencia seguir evolucionando de forma independiente? ¿Qué problemas ayuda a resolver en los organismos?

3. Los pulpos son daltónicos, sin embargo, pueden igualar los colores y las texturas con una precisión notable en menos de 200 milisegundos. Analiza cómo los tres tipos de células de la piel — cromatóforos, iridóforos y papilas — trabajan juntos como un sistema, y explica por qué la hipótesis sobre proteínas sensibles a la luz en la piel es significativa para nuestro entendimiento de cómo funcionan las estructuras del pulpo.

Piensa en: Piensa en lo que hace cada tipo de célula de la piel por sí sola, y luego piensa en lo que logran juntas. Si la piel puede detectar la luz independientemente de los ojos, ¿qué sugiere eso sobre cómo está organizado el cuerpo del pulpo?

PREVIEW
CLASSFABRIC.COM

PREVIEW
CLASSFABRIC.COM

PREVIEW
CLASSFABRIC.COM

PREVIEW
CLASSFABRIC.COM

TABLA DE DATOS Y ANÁLISIS

Estudie la tabla de datos a continuación, que compara características estructurales y funcionales clave de los sistemas nerviosos y cuerpos de humanos y pulpos. Utilice los datos para responder las tres preguntas de análisis que siguen. Apoye sus respuestas con evidencia específica de la tabla.

Experimento: Los científicos han comparado los sistemas nerviosos y las estructuras biológicas de humanos y pulpos para entender cómo diferentes planos corporales pueden soportar comportamientos complejos e inteligencia. Los datos a continuación provienen de hallazgos de investigación descritos en el artículo de la lección sobre biología y cognición del pulpo. Use esta información para analizar cómo la estructura se relaciona con la función en dos organismos muy diferentes.

Característica (No aplica)	Humano (No aplica)	Pulpo (No aplica)	Significado funcional (No aplica)
Neuronas totales	~86 mil millones	~500 millones	Refleja la complejidad general del sistema nervioso
Distribución de neuronas	Casi todas en el cerebro y la médula espinal	1/3 en el cerebro central; 2/3 en los brazos	Determina si el control es centralizado o distribuido
Estilo de control	Centralizado	Distribuido	Afecta la rapidez e independencia con que las partes del cuerpo pueden responder
Autonomía de las extremidades	Ninguna — las extremidades siguen las órdenes del cerebro	Cada brazo procesa y reacciona independientemente	Permite que los brazos reaccionen a estímulos sin esperar instrucciones del cerebro
Número de corazones	1	3	

Característica (No aplica)	Humano (No aplica)	Pulpo (No aplica)	Significado funcional (No aplica)
			Dos bombean sangre a las branquias; uno bombea al resto del cuerpo
Molécula transportadora de oxígeno en la sangre	Hemoglobina (a base de hierro)	Hemocianina (a base de cobre)	El cobre funciona mejor en ambientes fríos y con poco oxígeno, como el océano profundo
Velocidad de cambio de color de la piel	No aplica	Menos de 200 milisegundos	Más rápido que un parpadeo humano; usado para camuflaje y comunicación
Último ancestro común con humanos	No aplica	Hace más de 500 millones de años	Indica que la inteligencia evolucionó independientemente en caminos evolutivos separados

1. Compare la distribución de neuronas en humanos y pulpos. ¿Cómo proporciona el sistema nervioso distribuido del pulpo a sus brazos una ventaja funcional que un sistema centralizado como el del sistema nervioso humano no puede ofrecer?

2. El pulpo usa hemocianina en lugar de hemoglobina para transportar oxígeno. Basándose en la tabla de datos y la lección, explique cómo esta diferencia estructural es un ejemplo de cómo la estructura apoya la función en un ambiente específico.

3. El pulpo y los humanos compartieron su último ancestro común hace más de 500 millones de años, sin embargo, ambos muestran resolución compleja de problemas y cognición. ¿Qué le dice esto sobre la relación entre la estructura cerebral y la inteligencia? Use evidencia de la tabla para apoyar su razonamiento.

CONSTRUCTOR DE HIPÓTESIS

Lee cuidadosamente el contexto a continuación. Luego completa cada componente para construir una hipótesis científica sobre la inteligencia del pulpo y la estructura de su sistema nervioso. Usa evidencia de lo que has aprendido para apoyar tu razonamiento.

Los científicos han observado que los pulpos con un sistema nervioso distribuido — en el que dos tercios de sus neuronas se encuentran en sus ocho brazos en lugar de en un cerebro central — pueden resolver problemas como desenroscar tapas de frascos, reconocer caras humanas individuales y reaccionar rápidamente a su entorno. Los investigadores quieren investigar si el número de neuronas ubicadas en los brazos de un animal (en lugar de en un cerebro central) afecta la capacidad del animal para responder de forma independiente y eficiente a obstáculos físicos sin esperar instrucciones del cerebro. Planean comparar los tiempos de respuesta y las tasas de éxito cuando los brazos del pulpo navegan un curso de obstáculos en forma de laberinto con y sin una vía de señal directa al cerebro central.

Variable Independiente

¿Cuál es el único factor que los investigadores están cambiando o comparando en este experimento? Piensa en qué es diferente entre las dos condiciones de prueba que involucran el sistema nervioso.

Variable Dependiente

¿Qué medirán u observarán los investigadores para determinar el resultado del experimento? Considera qué datos recogerían para comparar las dos condiciones.

Si

Escribe la parte 'Si' de tu hipótesis indicando la condición que se está probando. Comienza con 'Si el número de neuronas distribuidas en los brazos del pulpo...' y describe qué es lo que se está manipulando.

Entonces

Escribe la parte 'Entonces' de tu hipótesis prediciendo qué pasará con la variable dependiente. ¿Qué esperas que los investigadores observen o midan como resultado?

Porque

Explica el razonamiento científico detrás de tu predicción. Usa lo que sabes sobre sistemas nerviosos distribuidos, ganglios en los brazos del pulpo, y cómo las neuronas de los brazos procesan información independientemente para justificar tu afirmación de 'Entonces'.

AFIRMACIÓN-EVIDENCIA-RAZONAMIENTO (CER)

Lee cuidadosamente el fenómeno a continuación. Luego completa cada componente del marco de Afirmación-Evidencia-Razonamiento (CER) respondiendo al indicativo guía. Tus respuestas deben basarse en el conocimiento científico de la lección.

Fenómeno: Los científicos que estudian pulpos han observado que un brazo de pulpo cortado sigue alcanzando, agarrando y respondiendo a estímulos durante hasta una hora después de ser separado del cuerpo. Además, los pulpos han demostrado la habilidad de desenroscar tapas de frascos, reconocer caras humanas individuales y cambiar el color y la textura de su piel en menos de 200 milisegundos — todo usando un sistema nervioso donde dos tercios de las neuronas están ubicadas en los brazos en lugar del cerebro central.

Afirmación

Basándote en el fenómeno descrito arriba, haz una afirmación: ¿Cómo apoya el sistema nervioso distribuido del pulpo su capacidad para sobrevivir y responder a su entorno? Escribe una afirmación clara y comprobable que responda a esta pregunta.

Evidencia

Identifica al menos dos evidencias científicas específicas de la lección que apoyen tu afirmación. Describe qué se observó o midió en cada ejemplo y explica cómo cada evidencia se conecta con la estructura del sistema nervioso del pulpo.

Razonamiento

Usando tu conocimiento de cómo la estructura se relaciona con la función en organismos vivos, explica POR QUÉ el sistema nervioso distribuido permite que el pulpo se comporte como lo hace. ¿Cómo le da una ventaja funcional al pulpo tener grupos de neuronas (ganglios) en cada brazo — en lugar de depender completamente de un cerebro central? Conecta tu razonamiento con el concepto de evolución convergente si es aplicable.

LECTURA DETALLADA

Lee el pasaje cuidadosamente. Luego responde las cinco preguntas que siguen. Usa evidencia del texto para apoyar tus respuestas. Presta atención a cómo el autor organiza la información y elige palabras y ejemplos específicos.

El Pulpo – Una Mente Distribuida

Un pulpo tiene aproximadamente 500 millones de neuronas, aproximadamente las mismas que un perro. Pero esto es lo que lo hace alienígena: solo alrededor de un tercio de esas neuronas están en el cerebro central. Los otros dos tercios están distribuidos a lo largo de sus ocho brazos. Cada brazo contiene su propio grupo de neuronas, llamado ganglio, que puede procesar la información y dirigir el movimiento de forma independiente del cerebro central. Esto se llama sistema nervioso distribuido. Cada brazo puede saborear, tocar y reaccionar a su entorno por sí solo, casi como ocho agentes semiindependientes trabajando bajo un solo comandante. Los investigadores han descubierto que si un brazo de pulpo es seccionado, continuará alcanzando, agarrando y respondiendo a estímulos por hasta una hora. El brazo no está pensando ni es consciente: no tiene sentimientos ni conciencia. Lo que está haciendo es procesar la entrada sensorial y ejecutar respuestas motoras a través de su ganglio local, sin ninguna instrucción del cerebro. Cuando un cerebro central envía una orden general — "alcanza ese cangrejo" — el brazo determina cómo hacerlo por sí solo, doblándose alrededor de obstáculos y ajustando la fuerza del agarre sin esperar más instrucciones.

1. Según el pasaje, ¿qué es un ganglio y qué papel desempeña en el sistema nervioso de un pulpo? [Comprensión]

2. ¿Qué ocurre cuando se secciona un brazo de pulpo y qué se preocupa en aclarar el autor sobre este comportamiento? [Comprensión]

3. Según el pasaje, ¿por qué podría ser ventajoso para un pulpo tener un sistema nervioso distribuido al cazar presas en un entorno complejo? Usa evidencia del texto para apoyar tu razonamiento. [Inferencia]

4. El autor compara los brazos del pulpo con "ocho agentes semiindependientes trabajando bajo un solo comandante." ¿Qué sugiere esta comparación sobre la relación entre el cerebro central del pulpo y sus brazos? [Inferencia]

5. ¿Por qué el autor incluye la aclaración de que un brazo de pulpo seccionado "no está pensando ni es consciente" y "no tiene sentimientos ni conciencia"? ¿Cómo afecta esta elección la comprensión del lector sobre el sistema nervioso distribuido? [Técnica]

ESTUDIO DE CASO

Lee el siguiente escenario cuidadosamente. Luego responde las tres preguntas utilizando evidencia del escenario y lo que has aprendido sobre la biología, los sistemas nerviosos y la evolución del pulpo.

Escenario: La Dra. Reyes es una bióloga marina que estudia el comportamiento del pulpo en un acuario de investigación. Coloca un pulpo común, al que ha llamado Tinta, en un tanque con varios frascos sellados que contienen camarones. Durante cinco días, registra cuánto tiempo tarda Tinta en desenroscar cada frasco. El primer día, Tinta tarda 18 minutos. Para el quinto día, Tinta abre el frasco en menos de tres minutos. La Dra. Reyes también nota que cuando ella entra en la habitación, Tinta nada hacia el vidrio, pero cuando su asistente — quien accidentalmente dejó caer una red sobre Tinta durante la primera semana — entra, Tinta se retira a una esquina y cambia de color. Durante una sesión de alimentación, la Dra. Reyes observa que Tinta extiende un solo brazo hacia una grieta estrecha para recuperar un trozo de camarón. El brazo se dobla alrededor de dos esquinas sin que Tinta parezca mirar el brazo ni ajustar la posición de su cuerpo. La Dra. Reyes nota que el brazo parece navegar el espacio por sí mismo. También observa que la piel de Tinta cambia de lisa a rugosa en menos de un segundo cuando se coloca cerca de un trozo de coral texturizado. La Dra. Reyes está preparando un informe que argumenta que los comportamientos de Tinta proporcionan fuertes evidencias tanto de una cognición avanzada como de una estructura corporal distribuida y única.

1. Analiza la evidencia de los ensayos de apertura de frascos de Tinta. ¿Qué sugieren los tiempos de mejora durante cinco días sobre las habilidades cognitivas de Tinta, y cómo se compara esto con lo que los científicos han encontrado en estudios controlados con pulpos?

2. Cuando el brazo de Tinta navegó por la grieta de forma independiente, la Dra. Reyes sospechó que esto se debía al sistema nervioso distribuido de Tinta. Analiza cómo la estructura del sistema nervioso de un pulpo explica este comportamiento, y explica por qué esto es diferente de cómo funciona un miembro humano.

3. Tinta se comporta de manera diferente hacia la Dra. Reyes que hacia su asistente, y la piel de Tinta cambia de textura cerca del coral. Analiza qué revelan estos dos comportamientos juntos sobre cómo las estructuras corporales del pulpo apoyan la supervivencia, y conecta esto con el concepto de evolución convergente.

OPCIÓN MÚLTIPLE

Lea cada pregunta cuidadosamente y seleccione la mejor respuesta de las opciones proporcionadas. Cada pregunta tiene sólo una respuesta correcta.

1. Un brazo de pulpo que ha sido amputado continúa estirándose y agarrando durante hasta una hora. ¿Qué evidencia apoya mejor acerca del sistema nervioso del pulpo?
 - A. Cada brazo tiene su propio ganglio local que puede procesar la entrada sensorial y dirigir el movimiento sin el cerebro central.
 - B. El cerebro central del pulpo continúa enviando señales al brazo a través del torrente sanguíneo después de la separación.
 - C. El brazo amputado está consciente y es capaz de pensamiento y toma de decisiones independientes.
 - D. Los brazos del pulpo son controlados completamente por arcos reflejos ubicados en la médula espinal.
2. Los pulpos y los vertebrados compartieron un ancestro común hace más de 500 millones de años, sin embargo ambos evolucionaron inteligencia compleja. ¿Qué conclusión puede sacarse mejor de esta evidencia?
 - A. Los pulpos deben haber heredado su inteligencia directamente de ancestros vertebrados tempranos.
 - B. La inteligencia compleja puede evolucionar de forma independiente a lo largo de caminos evolutivos separados, un proceso llamado evolución convergente.
 - C. La inteligencia sólo evoluciona en animales que tienen sistemas nerviosos centralizados como los vertebrados.
 - D. El ancestro común ya poseía el mismo nivel de inteligencia que se observa en los pulpos modernos.

3. Compare el sistema nervioso humano con el sistema nervioso del pulpo. ¿Cuál afirmación analiza mejor una diferencia estructural clave y su efecto sobre la función?

- A. Los humanos tienen menos neuronas totales que los pulpos, por eso los pulpos son más inteligentes en general.
- B. Tanto humanos como pulpos usan un sistema nervioso distribuido, pero los pulpos tienen más neuronas en su médula espinal.
- C. En humanos, casi todas las neuronas están centralizadas en el cerebro y la médula espinal, mientras que en pulpos dos tercios de las neuronas están distribuidas por los brazos, lo que permite que cada brazo reaccione independientemente.
- D. Los pulpos dependen completamente de su cerebro central para todo movimiento, igual que los humanos, pero su cerebro está ubicado en el manto en lugar de en la cabeza.

4. Los pulpos usan hemocianina en lugar de hemoglobina para transportar oxígeno en su sangre. Analizando la relación entre estructura y función, ¿por qué es esta una ventaja para los pulpos?

- A. La hemocianina transporta más oxígeno que la hemoglobina en ambientes cálidos y ricos en oxígeno cerca de la superficie.
- B. La hemocianina está basada en cobre y funciona mejor en ambientes fríos y con poco oxígeno como el océano profundo.
- C. La hemocianina permite que los pulpos respiren aire directamente, reduciendo su dependencia del oxígeno disuelto.
- D. La hemocianina hace que la sangre del pulpo sea más ligera, lo que les ayuda a nadar más rápido para escapar de depredadores.

5. En experimentos, los pulpos aprendieron a desenroscar tapas de tarros más rápido con cada ensayo. ¿Cuál de las siguientes opciones analiza mejor qué demuestra este patrón de comportamiento?

- A. Los pulpos tienen conocimiento instintivo de cómo abrir contenedores porque los encuentran en la naturaleza.
- B. La mejora a lo largo de los ensayos es evidencia de aprendizaje y memoria, no solo de comportamiento aleatorio de prueba y error.
- C. Los pulpos solo pueden resolver problemas cuando está involucrada comida, demostrando que su inteligencia es puramente instintiva.
- D. Los tiempos más rápidos para desenroscar demuestran que los pulpos tienen un cerebro más grande relativo al tamaño corporal que cualquier otro invertebrado.

6. Tres tipos de células de la piel — cromatóforos, iridóforos y papilas — trabajan juntos en el camuflaje del pulpo. ¿Cómo ayuda analizar el papel de cada tipo de célula a explicar la capacidad del pulpo para mezclarse con su ambiente?

- A. Los cromatóforos controlan la textura, los iridóforos controlan el movimiento y las papilas controlan el color, produciendo juntos un disfraz completo.
- B. Los tres tipos de células producen pigmento, y juntos crean un rango más amplio de colores que cualquier tipo de célula por sí sola.
- C. Los cromatóforos muestran u ocultan color mediante sacos de pigmento, los iridóforos crean un brillo iridiscente reflejando la luz, y las papilas cambian la textura de la piel para imitar superficies como roca o coral.
- D. Las papilas detectan luz del ambiente y envían señales a cromatóforos e iridóforos, que luego ajustan el color automáticamente.

7. Pulpos en un centro de investigación reconocieron caras humanas individuales y se comportaron de manera diferente hacia personas que los habían tratado desagradablemente. ¿Qué sugiere esta evidencia sobre la cognición del pulpo?

- A. Los pulpos tienen el mismo tipo de estructura cerebral social que los primates, lo que explica su habilidad para reconocer rostros.
- B. Los pulpos pueden diferenciar entre humanos individuales, una habilidad cognitiva que no requiere un cerebro centralizado grande.
- C. El reconocimiento facial en pulpos es puramente instintivo y no involucra ninguna forma de memoria o aprendizaje.
- D. Este comportamiento prueba que los pulpos son más inteligentes que los perros porque los perros no pueden reconocer rostros humanos.

8. El tercer corazón de un pulpo deja de latir cuando nada, por eso los pulpos prefieren arrastrarse. ¿Qué revela este detalle estructural sobre la relación entre estructura corporal y comportamiento?

- A. El tercer corazón no es necesario para la supervivencia, por lo que su paro durante la natación no afecta al pulpo.
- B. La limitación del sistema circulatorio durante la natación crea una desventaja funcional que influye en el método preferido de movimiento del pulpo.
- C. Los pulpos evolucionaron para nadar principalmente porque arrastrarse ejerce demasiada presión sobre los tres corazones a la vez.
- D. El paro del tercer corazón durante la natación aumenta la entrega de oxígeno a los músculos, haciendo que nadar sea más eficiente.

9. Los científicos hipotetizan que la piel del pulpo podría contener proteínas sensibles a la luz que le permitan 'ver' color independientemente de los ojos. Si esta hipótesis es correcta, ¿qué sugeriría sobre cómo logran los pulpos una coincidencia precisa del color a pesar de ser daltónicos?

- A.** Sugeriría que los ojos envían información de color directamente a las células de la piel a través de una vía nerviosa dedicada.
- B.** Sugeriría que el control de la coincidencia de color es completamente manejado por el cerebro central usando información del ambiente.
- C.** Sugeriría que la piel misma puede detectar luz e información de color, permitiendo que el camuflaje se coordine sin depender únicamente de los ojos.
- D.** Sugeriría que los pulpos no son realmente daltónicos y que investigaciones anteriores sobre su visión fueron incorrectas.

10. Biólogos marinos argumentan que entender la extraordinaria naturaleza de los pulpos apoya el caso para su conservación. ¿Cuál de las siguientes opciones analiza mejor la conexión entre la biología del pulpo y la importancia de protegerlos?

- A.** Porque los pulpos son daltónicos, son especialmente vulnerables a cambios en el hábitat causados por el calentamiento oceánico y necesitan protección extra.
- B.** Las estructuras biológicas únicas de los pulpos y sus demostradas habilidades cognitivas los hacen científicamente valiosos, y su pérdida por amenazas como la destrucción del hábitat y la sobrepesca eliminaría un ejemplo irremplazable de inteligencia evolucionada de forma independiente.
- C.** Los pulpos deberían protegerse principalmente porque son los únicos invertebrados capaces de aprender, haciéndolos más importantes que otras especies marinas.
- D.** Los esfuerzos de conservación para los pulpos son importantes principalmente porque son una fuente importante de alimento para los humanos en muchas partes del mundo.

VERDADERO / FALSO

Lea cada afirmación con cuidado. Escriba V si la afirmación es verdadera o F si la afirmación es falsa según lo que ha aprendido sobre la biología del pulpo, los sistemas nerviosos y la evolución.

1. Un pulpo tiene tres corazones, y los tres bombean sangre a las branquias.
 Verdadero Falso
2. Aproximadamente dos tercios de las neuronas de un pulpo se encuentran en sus ocho brazos en lugar de en su cerebro central.
 Verdadero Falso
3. Un brazo de pulpo cortado puede continuar respondiendo a estímulos porque está consciente y es capaz de pensamiento independiente.
 Verdadero Falso
4. La sangre del pulpo parece azul porque usa una molécula basada en cobre llamada hemocianina para transportar oxígeno en lugar de hemoglobina basada en hierro.
 Verdadero Falso
5. El hecho de que los pulpos y los vertebrados hayan desarrollado inteligencia compleja por separado a lo largo de diferentes caminos evolutivos es un ejemplo de evolución convergente.
 Verdadero Falso
6. Los pulpos pueden cambiar tanto el color como la textura de su piel, y toda esta exhibición puede cambiar en menos de 200 milisegundos.
 Verdadero Falso

7. Debido a que los pulpos son daltónicos, los científicos han concluido que las células de su piel no juegan ningún papel en detectar luz o color.

- Verdadero Falso

8. Experimentos de investigación que muestran que los pulpos aprendieron a desenroscar tapas de frascos más rápido en múltiples ensayos proporcionan evidencia de aprendizaje y memoria.

- Verdadero Falso

9. Los pulpos y los vertebrados compartieron por última vez un antepasado común hace aproximadamente 500 millones de años, antes de la evolución de cerebros complejos.

- Verdadero Falso

10. El sistema nervioso distribuido de un pulpo funciona de la misma manera que el sistema nervioso centralizado de un humano, porque ambos sistemas producen comportamiento inteligente.

- Verdadero Falso

VOCABULARIO

Estudia cada término y su definición a continuación. Estas palabras son clave para entender al pulpo y cómo sus estructuras y comportamientos únicos se conectan con ideas más amplias sobre la inteligencia y la evolución. Mientras lees, observa cómo cada término se relaciona con los demás.

sistema nervioso distribuido

Un sistema nervioso en el que las neuronas están dispersas por todo el cuerpo en lugar de estar concentradas en un cerebro central, lo que permite que diferentes partes del cuerpo procesen información de forma independiente.

Explica con tus propias palabras:

ganglio

Un grupo de células nerviosas ubicado en cada brazo de un pulpo que puede procesar información sensorial y controlar el movimiento sin instrucciones del cerebro central.

Explica con tus propias palabras:

hemocianina

Una molécula basada en cobre en la sangre del pulpo que transporta oxígeno y le da a la sangre su color azul, funcionando de manera similar a la hemoglobina basada en hierro en la sangre humana.

Explica con tus propias palabras:

evolución convergente

El proceso por el cual dos especies no relacionadas desarrollan habilidades o rasgos similares de forma independiente, como la inteligencia compleja que se desarrolla separadamente en pulpos y vertebrados.

Explica con tus propias palabras:

cromatóforos

Células de la piel llenas de pigmento en los pulpos que se expanden o contraen para mostrar u ocultar color, jugando un papel clave en el camuflaje rápido.

Explica con tus propias palabras:

iridóforos

Células especializadas de la piel en los pulpos que reflejan la luz para crear un brillo iridiscente, contribuyendo a la compleja exhibición de camuflaje del animal.

Explica con tus propias palabras:

papilas

Pequeños bultos controlados por músculos en la piel de un pulpo que pueden cambiar de textura para imitar superficies como rocas, corales o arena.

Explica con tus propias palabras:

cognición

Los procesos mentales involucrados en la adquisición de conocimiento y comprensión, incluyendo la resolución de problemas, la memoria y el reconocimiento, que los científicos estudian en los pulpos mediante experimentos controlados.

Explica con tus propias palabras:

neuronas

Células especializadas que transmiten información a lo largo del sistema nervioso; un pulpo tiene aproximadamente 500 millones, con dos tercios ubicados en sus brazos en lugar de en su cerebro.

Explica con tus propias palabras:

camuflaje

La habilidad de un pulpo para cambiar rápidamente tanto el color como la textura de su piel para mezclarse con su entorno, controlado a nivel de células individuales de la piel.

Explica con tus propias palabras:

BOLETO DE SALIDA

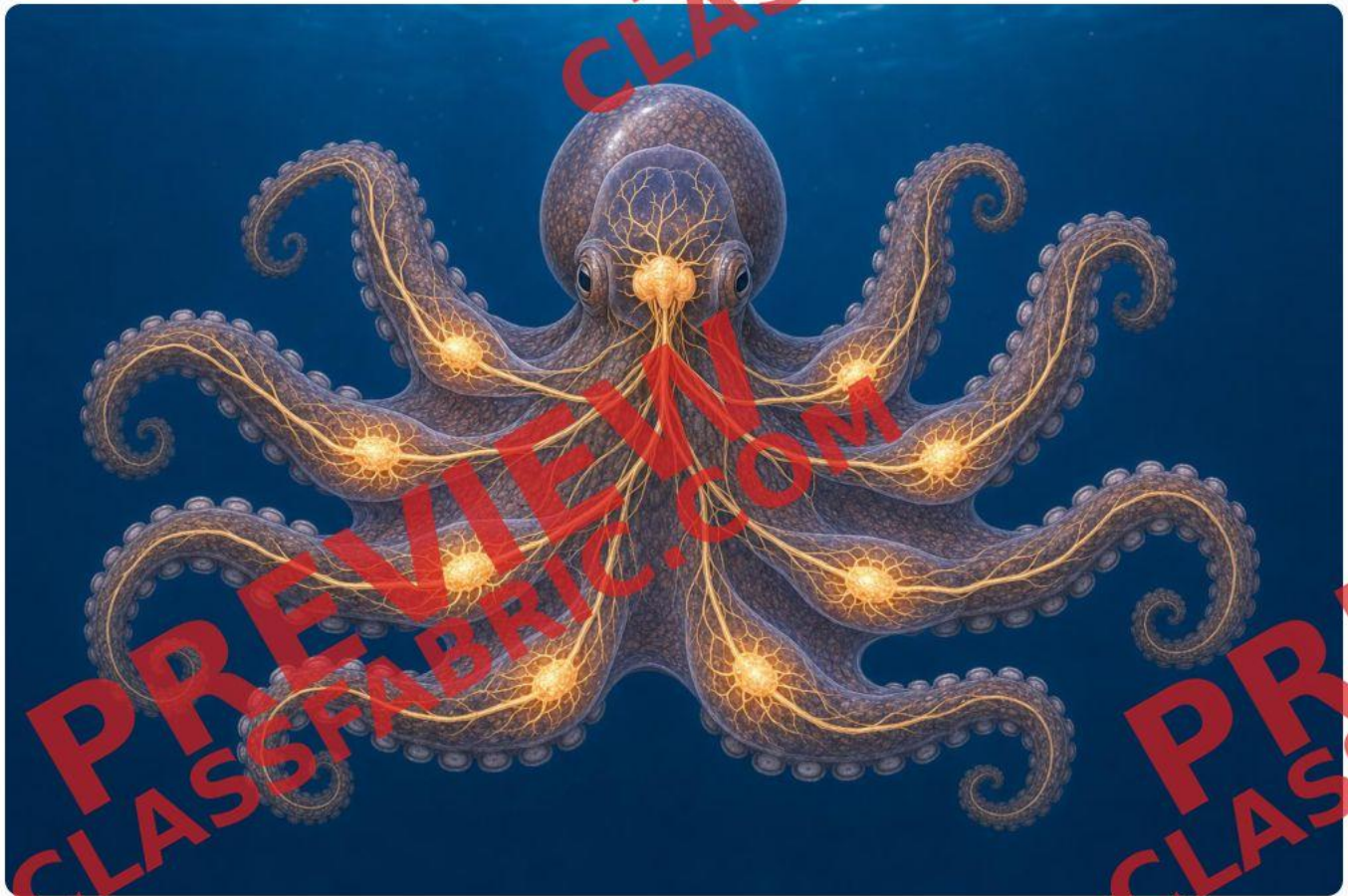
Responde ambas preguntas a continuación en 1-2 oraciones cada una. Usa evidencia de la lección para apoyar tus respuestas.

1. Un pulpo tiene dos tercios de sus neuronas distribuidas a lo largo de sus ocho brazos en lugar de en su cerebro central. Analiza cómo este sistema nervioso distribuido ayuda a explicar por qué un brazo de pulpo cortado aún puede alcanzar y agarrar objetos por sí mismo.

2. Los pulpos y los vertebrados compartieron un ancestro común hace más de 500 millones de años, sin embargo ambos grupos evolucionaron una inteligencia compleja. Analiza qué sugiere este patrón de evolución convergente sobre la inteligencia como solución biológica.



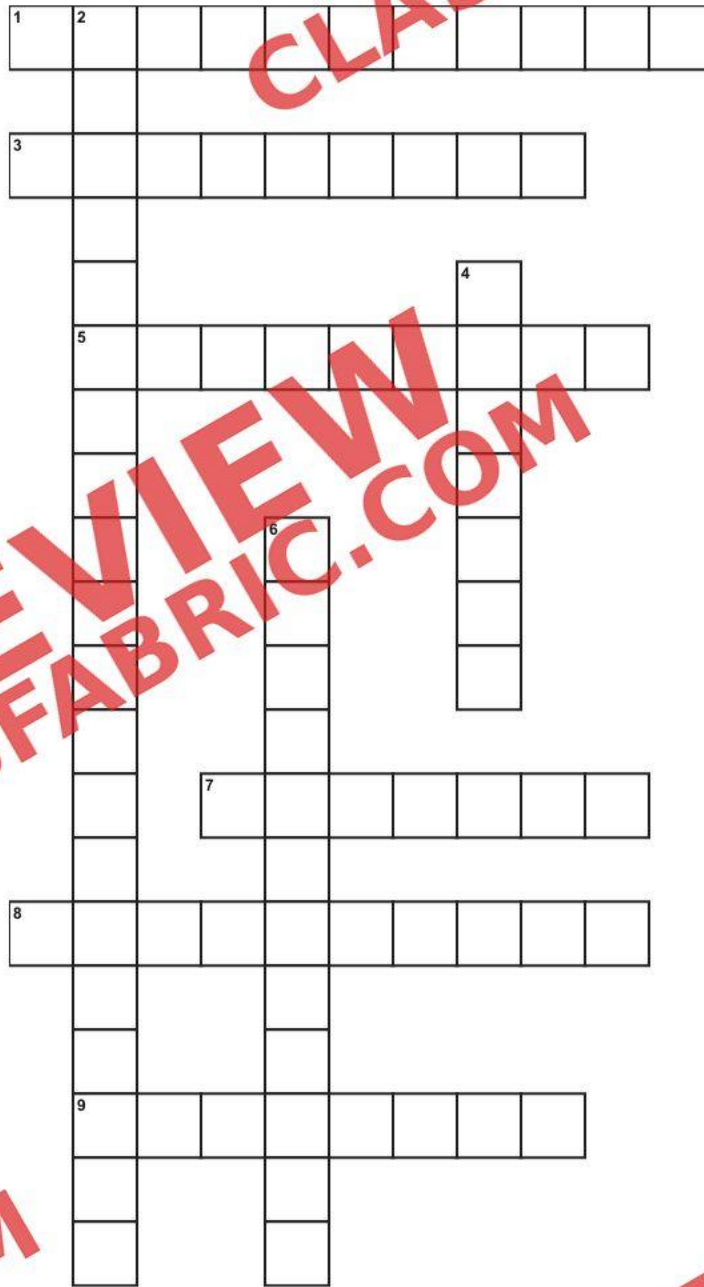
Un pulpo cambia el color y la textura de su piel en milisegundos utilizando células especializadas llamadas cromatóforos, iridóforos y papilas, todo sin un comando centralizado.



A diferencia de los humanos, un pulpo tiene dos tercios de sus neuronas en sus brazos; cada brazo puede sentir, reaccionar y moverse semi-independientemente del cerebro central, aunque los brazos en sí no son conscientes ni tienen autoconciencia.

El Pulpo — El Alienígena Más Inteligente en la Tierra

CRUCIGRAMA



El Pulpo — El Alienígena Más Inteligente en la Tierra

CRUCIGRAMA

HORIZONTALES

1. Una molécula basada en cobre en la sangre del pulpo que transporta oxígeno y le da a la sangre su color azul, funcionando de manera similar a la hemoglobina basada en hierro en la sangre humana.
3. Los procesos mentales involucrados en la adquisición de conocimiento y comprensión, incluyendo la resolución de problemas, la memoria y el reconocimiento, que los científicos estudian en los pulpos mediante experimentos controlados.
5. La habilidad de un pulpo para cambiar rápidamente tanto el color como la textura de su piel para mezclarse con su entorno, controlado a nivel de células individuales de la piel.
7. Un grupo de células nerviosas ubicado en cada brazo de un pulpo que puede procesar información sensorial y controlar el movimiento sin instrucciones del cerebro central.
8. Células especializadas de la piel en los pulpos que reflejan la luz para crear un brillo iridiscente, contribuyendo a la compleja exhibición de camuflaje del animal.
9. Células especializadas que transmiten información a lo largo del sistema nervioso; un pulpo tiene aproximadamente 500 millones, con dos tercios ubicados en sus brazos en lugar de en su cerebro.

VERTICALES

2. El proceso por el cual dos especies no relacionadas desarrollan habilidades o rasgos similares de forma independiente, como la inteligencia compleja que se desarrolla separadamente en pulpos y vertebrados.
4. Pequeños bultos controlados por músculos en la piel de un pulpo que pueden cambiar de textura para imitar superficies como rocas, corales o arena.
6. Células de la piel llenas de pigmento en los pulpos que se expanden o contraen para mostrar u ocultar color, jugando un papel clave en el camuflaje rápido.

El Pulpo — El Alienígena Más Inteligente en la Tierra

SOPA DE LETRAS

B D Q J S O T M B I Q V L Z C Z F R Y X M D Z C Y
C O G N I C I O N I F W W Y Z L G M W J T F I V X
R R K Y Q Q Z O K V Y K V W D H U R X Z E G Z L C
S E S U X Q L E G K V Z G E G Y K I J F E Y N W Q
N F X H Q C R O G B I U T W H R H W G X V C V W X
H N H Q M I C N D R H H Y J Z E J F J X O T W D N
B B P R H Z W X F U P Q F S K G B F U L L B P X A
C R O M A T O F O R O S C X G V V P G W U B A O Q
Z W G X F W G I R I D O F O R O S S I G C Q P H A
H C I R C K P Q E J Z N S V K Y C B J A I C I U F
E M F L Y I F V N V P J D C S Z V Q T N O I L H U
M Z Q A J S G C A M U F L A J E I L B G N I A O T
O U F Y V K P Y E S R D U C Q S L B B L C L S I V
C Z V Z O O P F Y D P R W W G A F D S I O X S K Q
I X P W C M F I V E I Z Z Q T J F Q O O N J K B R
A G H D I M E A N W C Z C O I B N B L D V I Z X V
N A Y J A A T V E G Y P F A L J Y N L Z E Y A B J
I E K C R Z A N U T K Q M U E O N P V O R A N V O
N X P J N F N B R M N U K G X O G A I J G T E U O
A N M Y K O G R O F W J R T G A R E U Z E M F C G
C A Y F W V U W N L D A C T G O Y T F A N K Z P Q
I K E E R A A K A M T R A J S A E H M M T C W H B
D A Y N S Q W W S D Z J A T D I C G E P E M G Z I
W D Z K G A Z N G E D S Q T H W K R O V G B T D E
I Y O P V O R I T L V U Z V S P W P N J J B P E M

ENCUENTRA ESTAS PALABRAS

cromatóforos
hemocianina
camuflaje

evolución convergente
ganglio

neuronas
iridóforos

cognición
papilas