

*The role of previous visual experience in the acquisition of object permanence skills in bottlenose dolphins: a pilot study**

Ana Pérez-Manrique**
Antoni Gomila***

* Esta investigación ha recibido el apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad de España a través de los proyectos FF12013-44007-P y FF12017-86351-R. Ana Pérez-Manrique recibió el apoyo de una beca de doctorado FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (AP2012-3501).

** University of the Balearic Islands, España. Correspondencia: ana.perez@uib.cat | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9211-0466>

*** University of the Balearic Islands, España. Correspondencia: antonitoni.gomila@uib.cat | Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7325-961X>.

*El papel de la experiencia visual previa en la adquisición de habilidades de permanencia de objetos en delfines mulares: un estudio piloto**

Cómo citar este artículo: Pérez-Manrique, A., & Gomila, A. (2018). El papel de la experiencia visual previa en la adquisición de habilidades de permanencia de objetos en delfines mulares: un estudio piloto. *Tesis Psicológica*, 13(2), 88-101. <https://doi.org/10.37511/tesis.v13n2a6>

Recibido: 9 de abril de 2018
Revisado: 9 de abril de 2018
Aprobado: 10 de diciembre de 2018

ABSTRACT

Object permanence, the ability to represent hidden objects, has not been extensively assessed in cetaceans, and the available evidence is contradictory. Although bottle nose dolphins (*Tursiops truncatus*) are thought to be endowed with cognitive capacities required to pass complex object permanence tests, they have failed a series of tasks involving invisible displacements, which raises the question of whether they master object permanence. Lack of understanding of containment or lack of experience tracking objects hidden from both sight and echolocation may explain such unexpected results. The goal of the current pilot study was to test these two hypotheses in a series of visible and invisible displacement tasks with bottle nose dolphins. Our results suggest that dolphins are indeed able to succeed in complex object permanence tasks but only if they have previous visual experience with the movements of objects inside other objects, these outcomes point to an important role of visual experience in the development of object permanence skills.

Keywords: object permanence development, bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), invisible displacements, transpositions

RESUMEN

La permanencia de los objetos o capacidad de representar objetos ocultos, no ha sido evaluada ampliamente en cetáceos, y la evidencia disponible es contradictoria. Aunque se piensa que los delfines de nariz de botella (*Tursiops truncatus*) están dotados de las capacidades cognitivas requeridas para pasar pruebas de permanencia de objetos complejos; fallan en una serie de tareas que involucran desplazamientos invisibles, lo que conduce a plantear la cuestión sobre el dominio o no, de la permanencia del objeto. El objetivo del actual estudio piloto fue probar dos hipótesis: si se trata de la falta de comprensión de la contención, o la falta de experiencia en el seguimiento de objetos ocultos tanto a la vista como en ecolocación. Para tal fin se desarrollan una serie de tareas de desplazamientos visibles e invisibles con delfines mulares. Los resultados sugieren que los delfines son capaces de tener éxito en tareas complejas de permanencia de objetos, pero solo si tienen experiencia visual previa con los movimientos de objetos dentro de otros objetos, por tanto, se concluye que la experiencia visual juega un papel importante en el desarrollo de habilidades de permanencia de objetos en delfines mulares.

Palabras clave: permanencia del objeto, delfines mulares (*Tursiops truncatus*), desplazamientos invisibles, transposiciones.

Introducción

La permanencia de los objetos, la comprensión de que los objetos continúan existiendo incluso cuando están fuera de la vista, se considera un elemento fundamental de la cognición espacial (Piaget, 1953). Piaget (1953) evaluó esta capacidad en niños utilizando tareas de desplazamiento visible e invisible. En el primero, un objeto suele estar oculto en uno de varios contenedores a la vista del niño. En las tareas de desplazamiento invisible, el objeto objetivo se coloca dentro de un contenedor que, a su vez, se coloca dentro de otro recipiente. El objeto se transfiere de forma invisible del primer recipiente al segundo, y el primero -ahora vacío- se le muestra al niño. Piaget (1953) concluyó que el desarrollo de la permanencia del objeto pasa por seis etapas. Es en la Etapa 6 cuando los niños (alrededor de los 18 meses de edad) son capaces de resolver estas complejas tareas de desplazamiento invisible, entendiendo, así, que el objeto colocado dentro de un contenedor se mueve con el contenedor.

Se requieren varias habilidades cognitivas para realizar tareas de permanencia de objetos (Cacchione & Rakoczy, 2017). Tener éxito en las pruebas de desplazamiento visible requiere no solo una comprensión básica de los objetos que existen continuamente, sino también lidiar con varias demandas ejecutivas (rastrear visualmente los movimientos de los objetos, planificar el comportamiento, la memoria y las capacidades inhibitorias) (Cacchione y Rakoczy, 2017).

Los paradigmas que involucran desplazamientos invisibles son más complicados. Estas tareas requieren no solo comprender que un objeto oculto todavía existe y se mueve con el contenedor en movimiento, sino también rastrear visualmente sus movimientos en presencia de varios distractores (Barth & Call, 2006). Esto implica que las representaciones espaciales y

las posiciones del objeto oculto deben actualizarse constantemente (Barth & Call, 2006). Dominar las tareas de desplazamiento invisible implica un conglomerado de (1) demandas ejecutivas (capacidades avanzadas de inhibición y memoria); (2) demandas de razonamiento (habilidades avanzadas de razonamiento espacial, razonamiento lógico o representación de coordenadas), y (3) sensibilidad a los factores del contexto (disposición de contenedores y objetos, número de ensayos ...) (Cacchione & Rakoczy, 2017). Los niños realizan tareas de desplazamiento invisible alrededor de los 18-24 meses de edad (Piaget, 1955). Es en esta edad cuando también adquieren otras habilidades cognitivas relacionadas con la capacidad de coordinar múltiples representaciones de la realidad (lenguaje, resolución de problemas instrumentales o autorreconocimiento) (Cacchione & Rakoczy, 2017; Perner, 1991). Uno de los paradigmas experimentales utilizados para evaluar las capacidades de rastreo de desplazamiento invisible es la tarea de transposición. En esta tarea, el objeto se coloca visiblemente dentro de uno de varios contenedores, y luego el contenedor se mueve a otra ubicación. En la versión más exigente de esta tarea, el contenedor en el que se oculta el objeto cambia de ubicación con otro contenedor (Barth & Call, 2006). Las transposiciones espaciales generalmente implican que múltiples elementos se mueven al mismo tiempo, eliminando así cualquier sesgo potencial hacia contenedores particulares que se movieron (Beran y Minahan, 2000).

La permanencia del objeto también ha sido un tema de interés en la cognición animal. Se han realizado muchos estudios de desplazamientos visibles e invisibles en animales no humanos. Aunque estos estudios han demostrado que algunas especies animales (por ejemplo, primates, perros, córvidos, loros) podrían tener éxito en las pruebas de desplazamiento invisible, muchos de estos hallazgos son controvertidos

(revisado por Jaakkola, 2014). La mayoría de las críticas se centran en cuestiones metodológicas como el número de ensayos, la formación, la falta de protocolos de cegamiento o condiciones de control, el número y disposición de los contenedores (Cacchione & Rakoczy, 2017; Jaakkola, 2014). Debido a estas diferencias de procedimiento entre tareas, los resultados en diferentes especies no suelen ser directamente comparables (Cacchione y Rakoczy, 2017). En general, existe un consenso de que los grandes simios y los loros son capaces de realizar de manera confiable tareas de desplazamiento invisible (por ejemplo, Pepperberg et al., 1997; Barth & Call, 2006; Collier-Baker et al., 2006; Auersperg et al., 2014). Por ejemplo, mientras que los niños de dos años encontraron tareas de transposición más difíciles que la tarea de desplazamiento invisible de etapa 6 de Piaget, los grandes simios se desempeñaron igualmente bien en ambos paradigmas rastreando y encontrando el alimento oculto (Barth & Call, 2006; Beran & Minahan, 2000); Josep Call, 2003). A su vez, las cacatúas Goffin (*Cacatua goffini*) encontraron que las tareas de transposición eran más fáciles que las tareas de la etapa 6 (Auersperg et al., 2014).

La permanencia de los objetos no se ha evaluado ampliamente en los cetáceos y los pocos estudios existentes han proporcionado datos contradictorios. Por un lado, los delfines mulares (*T. truncatus*) tuvieron éxito en tareas de desplazamientos visibles pero fallaron en una serie de pruebas de desplazamientos invisibles (por ejemplo, tareas de transposición) en las que los delfines eran recompensados si encontraban un objeto escondido en uno de los tres cubos opacos (Jaakkola, Guarino, Rodríguez, Erb y Trone, 2010). Además, otro estudio en el que el pescado estaba escondido en contenedores flotantes tampoco logró encontrar una comprensión compleja de la permanencia de los objetos en los delfines mulares y las ballenas

beluga (*Delphinapterus leucas*) (Mitchel & Hoba, 2010). El fracaso de los delfines en las pruebas de desplazamiento invisible fue desconcertante debido a su éxito anterior en tareas que se suponía que requerían capacidades cognitivas involucradas en la permanencia del objeto (Mercado y DeLong 2010; Marino et al. 2007). Por otro lado, los delfines mulares siguieron los movimientos invisibles de un disco en una pantalla visual que involucraba la oclusión del objeto en lugar de la contención, lo que sugiere que podrían tener éxito en tareas de desplazamiento invisible (Johnson et al. 2015). En este estudio, los autores utilizaron un protocolo de mirada anticipatoria y grabaron en video los movimientos de la cabeza de los delfines para evaluar si los delfines anticipan los movimientos de un disco que pasa detrás de los oclusores. Es decir, los delfines tuvieron éxito en tareas de desplazamiento invisible que implicaban la oclusión del objeto objetivo, pero no pasaron las pruebas en las que el objeto objetivo estaba oculto dentro de un recipiente opaco; Estas pruebas contradictorias plantean la cuestión de si los delfines dominan realmente la permanencia de los objetos.

Jaakkola et al. (2010) propuso dos hipótesis principales para explicar la falla general de los delfines en tareas de desplazamiento invisible que involucran contención:

(1) Falta de comprensión de la contención. Los bebés parecen aprender por separado cómo operan la oclusión y la contención (Hespos & Baillargeon, 2001, 2006) y, de la misma manera, la falta de comprensión de la contención podría explicar el fracaso de los delfines en tareas que involucran contención y su éxito en tareas que implican oclusión.

(2) Falta de experiencia rastreando objetos ocultos tanto a la vista como a la ecolocalización. Los delfines viven en ambientes acuáticos en los

que los objetos a menudo se mueven de manera diferente que fuera del agua. Dado este entorno acuático y su dependencia de la ecolocalización, es probable que los delfines carezcan de experiencia visual previa con los movimientos invisibles de objetos ocultos dentro de otros objetos. Además, debido a las diferentes propiedades físicas del aire y los ambientes acuáticos, la experiencia temprana de los delfines con objetos en movimiento bajo el agua no podría aplicarse a lo que observan fuera del agua. Por ejemplo, los delfines podrían estar sesgados para inferir el que las cosas se hundirá o flotará (Johnson et al 2015.; Mitchell y Hoban, 2010). Por lo tanto, es posible que no hayan adquirido la experiencia empírica necesaria para desarrollar la capacidad de rastrear los desplazamientos invisibles de objetos dentro de otros objetos.

Los orígenes del desarrollo del conocimiento del objeto, incluida la permanencia del objeto, han sido un tema muy debatido. En general, podemos distinguir tres visiones principales (Bremner, Slater y Johnson, 2015; Johnson, Amso y Slemmer, 2003). 1) El primero se basa en la explicación constructorista de Piaget, según la cual los bebés desarrollan la permanencia del objeto a través de la exploración manual activa de los objetos (Piaget, 1953, 1955). Así, la aparición de representaciones de objetos está vinculada al desarrollo motor de los niños. 2) La evidencia posterior desafió este relato piagetiano al mostrar que muchos bebés más pequeños pueden tener una comprensión de algunos elementos del concepto de objeto mucho antes de que puedan mover y manipular objetos (Baillargeon y Renée, 1987; Baillargeon, Spelke y Wasserman, 1985; Hespos y Baillargeon, 2001). Esta evidencia proviene de estudios que utilizan métodos como la mirada anticipatoria o la violación de la expectativa, que no se basan en la búsqueda activa de objetos y que intentan inferir lo que el individuo comprende sobre la

base de sus expectativas. El éxito de los bebés de cuatro meses en estos paradigmas ha llevado a postulados de conocimiento innato del objeto (Spelke, Breinlinger, Macomber y Jacobson, 1992). 3) Una visión alternativa postula que las teorías basadas en el conocimiento innato pueden descuidar las contribuciones potenciales del aprendizaje y la experiencia visual previa para guiar la adquisición del conocimiento de objetos (Johnson et al., 2003). Este relato sugiere que los conceptos de objeto inicial se aprenden de la experiencia en las primeras etapas de la vida posnatal (Johnson et al., 2003). De hecho, dos experimentos diferentes con bebés y polluelos (*Gallus gallus domesticus*) destacaron el papel crucial de esta experiencia temprana para el desarrollo de las habilidades de permanencia de objetos (Johnson, Amso y Slemmer 2003 ; Prasad 2015). Los bebés de cuatro meses que recibieron un período inicial de experiencia viendo una trayectoria no ocluida pudieron anticipar mejor las visualizaciones de la trayectoria ocluida que los bebés que no recibieron esta experiencia (Johnson et al., 2003). A su vez, Prasad (2015) compararon las habilidades de permanencia de objetos de los polluelos recién nacidos criados en mundos naturales y los polluelos criados en mundos visuales imposibles (mundos en los que los objetos exhiben un comportamiento que no es consistente con las leyes de la física). Los resultados de este estudio mostraron que los polluelos criados en mundos visuales imposibles no desarrollaron habilidades de permanencia de objetos, lo que sugiere que algunos tipos de entradas visuales son necesarios para el surgimiento de esta habilidad. Además, Gagnon y Doré (1992) demostraron que los perros (*Canis familiaris*) tenían más éxito en las pruebas de desplazamientos invisibles si eran probados antes en las de desplazamiento visible. Este resultado sugiere que la experiencia previa con tareas de permanencia de objetos puede influir en el desempeño en tareas de desplazamiento invisible.

Por las razones antes mencionadas, los delfines son un modelo ideal para evaluar el rol de la experiencia visual previa en la adquisición de habilidades de permanencia de objetos. En este estudio piloto, nuestro objetivo fue probar las dos hipótesis principales propuestas por Jaakkola et al. (2010). Por lo tanto, nuestro primer objetivo fue probar la capacidad espontánea del delfín mular para rastrear desplazamientos simples visibles e invisibles, dándoles algo de experiencia con la "contención" antes de la prueba. Si los delfines no lograban realizar de manera espontánea tareas simples de desplazamiento visible o invisible, el segundo objetivo del estudio era evaluar el papel de la experiencia visual previa en la adquisición de las habilidades de permanencia de objetos por parte de los delfines. Para ello, el delfín recibió experiencia visual con un objeto que se movía visiblemente dentro de un contenedor antes de volver a ser probado en una tarea de desplazamiento invisible. Con este procedimiento, nos propusimos ver si la experiencia visual previa influye en el desempeño de los delfines en este tipo de tareas.

Material y métodos

Sujetos y aparatos

En este estudio participaron dos delfines mulares del Atlántico hembra alojados en Marineland Mallorca. Los delfines vivían en una piscina al aire libre unida a una piscina médica, con un volumen total de 1846,75 m³ de agua. La edad de los sujetos del estudio fue de 8 años (Stella) y 13 años (Blava). Ambos delfines nacieron en cautiverio y compartieron la piscina con un macho juvenil. Al final del estudio, también compartieron la piscina con dos hembras adultas y una cría. El experimento se realizó durante la primera sesión de entrenamiento del día anterior a la apertura del parque al público. Los delfines fueron alimentados de acuerdo con su rutina diaria normal, que incluía una variedad de

pescado (capelán, caballa y arenque) y gelatina, seis veces al día. Esta rutina diaria se estructuró a través de varias sesiones de entrenamiento. En su tiempo libre, a los delfines generalmente se les ofrecían artículos de enriquecimiento (por ejemplo, juguetes flotantes). Los delfines nunca fueron privados de comida de ninguna manera.

Se utilizaron dos cajas idénticas de plástico gris opaco (27,6 x 22 x 17 cm) como dispositivos de ocultación. Durante las pruebas, las cajas se colocaron a unos 23,5 cm de distancia sobre una plataforma deslizante de madera (123 x 34 x 9 cm) ubicada en el borde de la piscina. Una rana de goma (17 x 12,5 x 9,5 cm) sirvió como objetivo y se utilizaron peces como recompensa. Todas las sesiones fueron grabadas en video usando una cámara impermeable SJCAM SJ4000.

Declaración de Ética

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la UIB y Marineland Mallorca. Esta investigación se realizó de acuerdo con los estándares de la Asociación Europea de Zoológicos y Acuarios (EAZA). Todos los sujetos evaluados en este estudio fueron alojados en Marineland Mallorca de acuerdo con la Directiva 1999/22 / EC sobre el mantenimiento de animales en zoológicos. Los sujetos participaron en los experimentos de forma voluntaria.

Procedimiento

Usamos un protocolo simple similar al usado por Call (2003) con los grandes simios, pero, en este estudio piloto, los delfines fueron recompensados por encontrar un objeto objetivo (rana de goma). Este protocolo incluye diferentes tareas de transposición espacial con solo dos contenedores. El experimentador se sentó detrás de la plataforma deslizante frente al delfín, que permaneció en el borde de la piscina frente a la plataforma (ver Fig. 1). Durante la prueba,

el experimentador usó gafas de sol para evitar dar señales con la mirada. Al comienzo de cada prueba, la plataforma estaba en una posición deslizada hacia atrás. Cada ensayo comenzó cuando el experimentador mostró el objeto al delfín y lo colocó en la plataforma

(dentro o fuera de las cajas, según la condición experimental). Luego, el experimentador empujó la plataforma hacia el sujeto permitiéndole hacer una elección. El delfín tomó su decisión tocando una caja o el objeto con su tribuna (ver Fig. 1).

Fig. 1. Fotografías que muestran una sesión de prueba. (a) El objeto está ubicado dentro de la casilla de la derecha y el delfín espera para tomar una decisión; (b) el delfín toma una decisión correcta



Fuente: Autores

Si el sujeto elegía la ubicación correcta (aquella en la que estaba el objeto), recibía refuerzos positivos de peces e interacción social. Si el delfín eligió la ubicación incorrecta, el experimentador recuperó el objeto y se lo mostró al delfín. Si durante una prueba el sujeto no respondió, se alejó nadando o eligió un lugar antes de que el experimentador deslizará la plataforma, la prueba se repetía. Si el sujeto realizaba alguno de estos comportamientos más de una vez para la misma prueba, la prueba se codificó como incorrecta. Durante las sesiones experimentales, los entrenadores mantuvieron ocupados a otros delfines presentes en la piscina. Si uno de esos delfines se acercaba al sujeto experimental, la prueba se cancelaba y se reanudaba cuando el delfín había regresado con su entrenador.

El estudio consta de tres fases:

1. Entrenamiento. Esta fase tenía tres objetivos: (1) familiarizar al delfín con el aparato: durante la primera sesión de entrenamiento, el objeto y las cajas se colocaron en la piscina para que los delfines tuvieran la oportunidad de inspeccionarlos con ecolocalización y tacto; (2) entrenar a los delfines para que elijan siempre la ubicación del objeto: la plataforma deslizable se dividió en tres áreas (izquierda, derecha, centro) en las que se podían colocar el objeto y las cajas (9 disposiciones diferentes); y (3) darles a los delfines algo de experiencia con la “contención”: durante el entrenamiento, las cajas siempre se colocaron de lado de modo que los lados abiertos estuvieran de cara al sujeto y el objeto aún

fuera visible dentro de ellas. Al final de la fase de entrenamiento, la composición del entrenamiento fue estandarizada y aleatorizada. Cada sesión de entrenamiento consistió en algunas pruebas de calentamiento en las que el objeto se colocó directamente en la plataforma (al menos una por ubicación) seguido de 9 pruebas de entrenamiento (una por disposición) que incluyeron el objeto y las dos cajas. El orden de los ensayos fue semialeatorio, con las limitaciones de que el objeto nunca se colocó más de dos ensayos consecutivos en un lugar en particular. La ubicación del objeto se equilibró a través de las pruebas. Para evitar que los delfines eligieran siempre el lugar en el que estaba la mano del experimentador la vez anterior, el experimentador movió el objeto de manera estandarizada. En la mitad de las pruebas, la mano derecha que sostenía el objeto se movió de izquierda a derecha y en la otra mitad, de derecha a izquierda. La mano del experimentador siempre pasaba por delante de las tres ubicaciones, independientemente de dónde se colocara el objeto.

2. Prueba. Esta fase consistió en varias tareas que se administraron en un orden específico. El delfín tenía que tener éxito en una tarea para pasar a la siguiente. La razón de este diseño experimental es que cada tarea evalúa un prerrequisito para la habilidad probada en la siguiente tarea. Por tanto, todos los sujetos se sometieron a las tareas en el mismo orden.

2.1. Tarea de desplazamiento visible: Esta tarea probó la capacidad espontánea de los delfines para rastrear la ubicación del objeto cuando se giraban ambas cajas, ocultando el objeto. Al comienzo de cada prueba, los extremos abiertos de las cajas miraban al delfín, por lo que el objeto aún era visible dentro de ellas. El experimentador colocó el objeto dentro de una caja y simultáneamente giró ambas cajas a la vista del delfín. Las pruebas se dividieron en dos sesiones. Antes de cada sesión de prueba, el delfín

recibió tres ensayos de calentamiento (objeto colocado directamente en la plataforma, uno por ubicación) y dos ensayos de entrenamiento (objeto aún visible dentro de la caja, una por caja). Si el delfín se perdía una de estas pruebas, la prueba se posponía para el día siguiente. Cada sesión consistió en dos pruebas de entrenamiento (una por caja) y ocho pruebas de desplazamiento visible. La ubicación del objeto se equilibró a través de las pruebas. El orden de los ensayos fue semialeatorio, con las limitaciones de que el objeto nunca se colocó más de dos ensayos consecutivos en un lugar en particular. En una sesión, la mano del experimentador se movió de derecha a izquierda y en la otra, de izquierda a derecha.

2.2. Tarea de transposición: Esta tarea probó la capacidad de los delfines para rastrear el desplazamiento invisible del objeto oculto cuando ambas cajas sustituyeron las ubicaciones iniciales de la otra, cruzando el camino de la otra. El procedimiento fue idéntico al de la tarea de desplazamiento visible pero, una vez que se giraron las cajas, el experimentador tomó ambas cajas (la caja derecha con la mano derecha y la caja izquierda con la mano izquierda) y cambió sus posiciones simultáneamente. Las pruebas se dividieron en dos sesiones. Antes de cada sesión de prueba, el delfín recibió tres pruebas de calentamiento (una por ubicación) y dos pruebas de desplazamiento visible (una por caja). Si el delfín se perdía una de estas pruebas, la prueba se posponía para el día siguiente. Cada sesión de prueba constaba de ocho ensayos de transposición. El orden de los ensayos fue semialeatorio,

2.3. Tarea de transposición visible: Si un delfín fallaba en la tarea de transposición, recibía varias sesiones de una tarea de transposición en las que el objeto aún era visible dentro de la caja. El objetivo de esta tarea era brindar a los delfines una experiencia visual con el movimiento de objetos dentro de otros objetos. Esta tarea

fue idéntica a la tarea de transposición, excepto que no se giraron ambas casillas. Al final de esta fase, el delfín recibió sesiones que consistieron en dos ensayos de entrenamiento, seis ensayos de desplazamiento visible y seis ensayos de transposición visible. La ubicación del objeto se equilibró a través de las pruebas. El orden de los ensayos fue semialeatorio, con las limitaciones de que el objeto nunca se colocó más de dos ensayos consecutivos en un lugar en particular.

2.4. Segunda tarea de transposición: los delfines se volvieron a probar en una sesión de la tarea de transposición. No transcurrieron más de 6 días entre la sesión en la que el delfín alcanzó el criterio en una tarea en particular y la primera sesión de prueba de la siguiente.

3. Pruebas de control. Si un delfín pasó la segunda tarea de transposición, recibió 5 pruebas de control. El objetivo de estas pruebas de control fue descartar estrategias de aprendizaje asociativo. Durante las tareas de transposición visible, los delfines podrían haber aprendido algunas de estas estrategias. Por ejemplo, seguir la mano que tocó la caja en la que se vio el objeto por última vez, o usar el movimiento cruzado de las manos del experimentador como una señal que indica que debe seleccionar la caja ubicada frente al área en la que se había visto el objeto. Última vez visto. Antes de cada sesión de prueba de control, los delfines recibieron dos pruebas de desplazamiento visible y dos pruebas de transposición visible.

Los delfines se probaron en las siguientes pruebas de control:

3.1. Arriba y abajo (1 prueba): el procedimiento fue idéntico a la tarea de transposición, excepto que, en lugar de cambiar la ubicación de las cajas, el experimentador se cruzó de brazos y movió las cajas hacia arriba y hacia abajo. Por lo tanto, las cajas permanecieron en la misma posición.

3.2. Doble transposición (1 prueba): La prueba de doble transposición implicó dos transposiciones consecutivas. Las cajas cambiaron de posición dos veces, por lo que el objeto terminó en el mismo lado en el que estaba ubicado inicialmente.

3.3. Transposiciones secuenciales (3 pruebas): En estas tres pruebas de control, el objeto oculto se desplazó utilizando nuevos movimientos secuenciales en lugar de movimientos simultáneos. El experimentador siempre usó su mano derecha para mover las cajas después de girarlas con ambas manos. En la transposición de 3 pasos, ambas cajas cambiaron de posición en tres desplazamientos secuenciales. La ubicación de las cajas al inicio de cada ensayo fue la misma que en las condiciones anteriores. En la transposición de 2 pasos, ambas cajas se movieron desde sus posiciones iniciales a nuevas ubicaciones en dos desplazamientos secuenciales. En este control, la ubicación de las cajas al inicio de los ensayos fue diferente a la de condiciones anteriores. Las cajas se cruzaron en el camino de las demás. En la transposición de 1 paso, uno de los cuadros se movió a una nueva ubicación. En este control, la ubicación de las cajas al inicio de cada ensayo fue diferente a la de las condiciones anteriores. La ubicación inicial y final del objeto cambió. La caja se cruzó en el camino del otro.

Puntuación y análisis de datos

Un delfín se codificó como haciendo una elección cuando su tribuna contactaba con una caja o el objeto. Todas las pruebas se grabaron en video y las elecciones de los delfines se calificaron revisando las grabaciones de video. La elección de los delfines fue inequívoca; por lo tanto, no se realizó una codificación de confiabilidad. Para evaluar el desempeño individual de los delfines, realizamos pruebas binomiales. Los análisis se realizaron utilizando R 3.4.1. software estadístico (R Core Team, 2017).

Resultados

Blava alcanzó el criterio de prueba después de recibir 305 pruebas de entrenamiento y Stella después de 240. Blava solo fue probada en la tarea de desplazamiento visible ya que fue trasladada al grupo de exhibición y nos vimos obligados a terminar sus pruebas. Sólo Stella se desempeñó por encima de la probabilidad de desplazamientos visibles (prueba binomial, $P < 0,05$). Stella no se desempeñó significativamente por encima del azar ni en la tarea de transposición ni en las dos primeras sesiones de la tarea de transposición visible (prueba binomial, $P > 0,05$). Se necesitaron unas cuatro sesiones para alcanzar el criterio en esta tarea (dos últimas sesiones, prueba binomial, $P < 0,001$). Después de recibir las sesiones de transposición visible, Stella el rendimiento en la segunda tarea de transposición estuvo por encima de los niveles de azar (prueba binomial, $P < 0,01$). La Tabla 1 presenta la proporción de respuestas correctas por tarea para cada delfín. Stella se desempeñó por encima del azar en la prueba de control hacia arriba y hacia abajo y en la prueba de doble transposición (prueba binomial, $P < 0,05$) pero no en ninguno de los controles que implican movimientos secuenciales (prueba binomial, $P > 0,05$).

Tabla 1. Proporción de elecciones correctas por tarea para cada individuo (el número total de intentos se indica entre paréntesis).

Task	Individuals	
	Stella	Blava
Visible displacement task (16)	0.75*	0.44
Transposition task (16)	0.50	-
Visible transposition task (first session) (16)	0.44	-
Second transposition task (8)	1*	-
Double transposition (8)	0.88*	-
Up-down (8)	0.88*	-
3-step transposition (8)	0.50	-

Task	Individuals	
	Stella	Blava
2-step transposition (8)	0.38	-
1-step transposition (8)	0.63	-

* $P < 0,05$

Fuente: Autores

Finalmente, examinamos las estrategias individuales de respuesta de los delfines. Solo identificamos dos estrategias: (1) responder correctamente y (2) seleccionar una ubicación preferida (izquierda o derecha). En la tarea de desplazamiento visible, Blava seleccionó 13 veces de 16 el cuadro de la izquierda (prueba binomial, $P < 0,01$). A su vez, Stella seleccionó significativamente la ubicación favorecida (derecha) en las dos primeras sesiones de la tarea de transposición visible (prueba binomial, $P < 0,01$) y en las tres pruebas de control que involucran movimientos secuenciales (transposición de 3 pasos: prueba binomial, $P < 0,01$; transposición de 2 pasos y 1 paso: prueba binomial, $P < 0,05$).

Discusión

Ambos delfines tuvieron dificultades con las pruebas de desplazamiento visible e invisible incluso cuando fueron probados en tareas que implicaban el desplazamiento de solo dos contenedores. Solo uno de los delfines, Stella, logró la tarea de desplazamiento visible sin entrenamiento previo. Nuestros hallazgos en esta tarea replicaron los de Jaakkola et al. (2010). En su estudio, solo tres de seis delfines tuvieron éxito en la tarea de desplazamiento visible único, y solo uno de seis delfines pasó la prueba de doble desplazamiento visible. Estos resultados sugieren que el aprendizaje previo y la experiencia con el procedimiento son necesarios para resolver tareas simples de permanencia de objetos. Por lo tanto, algunas de las tareas tradicionales de permanencia de objetos que parecen intuitivas y fáciles de resolver desde la perspectiva humana, pueden no ser tan simples como se pensaba anteriormente.

Aunque Stella no tuvo éxito espontáneamente en la primera tarea de transposición, después de recibir experiencia visual con transposiciones visibles, pasó esta prueba. Además, pasó dos pruebas de control, incluida una tarea de doble transposición más compleja. Estos resultados apoyan la hipótesis de que el aprendizaje y la experiencia visual previa son cruciales para el desarrollo de las habilidades de permanencia de objetos. Este efecto de la experiencia visual previa en la realización de tareas de permanencia de objetos también se informó en bebés y polluelos (Johnson et al., 2003; Prasad, 2015). Además de la integración de información visual y ecoica, los delfines pueden necesitar manipular un objeto para construir una representación global de ese objeto (Blois-Heulin, Crével, Böye y Lemasson, 2012). Por lo tanto, los delfines pueden tener dificultades para construir una representación mental espacial de objetos nunca manipulados (Blois-Heulin et al., 2012). En este estudio, se permitió a los delfines manipular tanto el objeto como los contenedores, procedimiento que también podría haber influido en el desempeño posterior del delfín en las tareas de transposición.

La mayoría de las críticas sobre los posibles éxitos de las especies animales en tareas de desplazamientos invisibles se centran en cuestiones metodológicas como la falta de controles para las señales sensoriales y asociativas o las señales sociales (Cacchione & Rakoczy, 2017; Jaakkola, 2014). En nuestro estudio, el experimentador usó gafas de sol para evitar dar señales de mirar al delfín. Además, debido al éxito diferencial de Stella en las tareas, parece poco probable que sus éxitos se basen en señales sociales o sensoriales inadvertidas. Otra posibilidad para el éxito de Stella en la segunda tarea de transposición es que, durante las sesiones de transposición visible, pudo haber aprendido algunas reglas asociativas simples como "siempre que el experimentador cruce sus manos, elija la ubicación

opuesta a donde el objeto fue visto por última vez" o "siga la mano que tocó por última vez la caja que contiene el objeto". Para descartar estas explicaciones de aprendizaje asociativo, probamos al delfín en cinco pruebas de control diferentes. Stella tuvo éxito en dos de estas pruebas de control: la tarea de arriba y abajo y la tarea de doble transposición. Si hubiera estado siguiendo la primera regla, no podría haber pasado ninguno de estos dos controles; y si siguió la segunda regla, no podría haber tenido éxito en el control hacia arriba y hacia abajo. Sin embargo, Stella no pasó ninguno de los controles que implican movimientos secuenciales. En estas pruebas, eligió la caja favorita en casi todos los ensayos. Aunque los resultados negativos siempre son difíciles de interpretar, tres hipótesis principales pueden explicar estos resultados:

(1) Mayor dificultad: Se ha propuesto que el éxito en las tareas de permanencia de objetos depende directamente del número de elementos que cambian de ubicación (Barth & Call, 2006). El cruce y la sustitución de contenedores también afectan el desempeño en tareas de desplazamiento invisible (Rooijackers, Kaminski y Call, 2009). Además, los desplazamientos múltiples parecen ser más desafiantes que los desplazamientos únicos en términos de seguimiento visual, memoria y capacidades de inhibición (Cacchione & Rakoczy, 2017). Por tanto, algunos de estos factores podrían haber añadido una dificultad adicional a las transposiciones secuenciales. Además, mientras que las cajas estaban siempre separadas unos 23,5 cm en el resto de las tareas, en algunos pasos de las tres transposiciones secuenciales, las cajas estaban separadas entre sí solo unos pocos centímetros. Esta disposición pudo haber provocado que el delfín no pudiera discriminar visualmente una caja de la otra, perdiendo la pista de los movimientos posteriores del objeto y optando por elegir siempre la caja preferida.

(2) Interferencia del entrenamiento previo: una hipótesis alternativa es que los delfines podrían ser capaces de rastrear desplazamientos invisibles, pero su entrenamiento previo en el parque acuático podría haber influido en su desempeño en todas las tareas. Los delfines entrenados asocian la señal de cada entrenador específico con una respuesta de comportamiento específica. Cualquier cambio en esta señal implica un cambio en la respuesta del delfín. Así, es posible que los delfines interpreten cualquier cambio significativo de los elementos o movimientos durante el procedimiento como un cambio de tarea y respondan de manera diferente cada vez que se agrega una nueva modificación al paradigma.

(3) Falta de capacidad para rastrear desplazamientos invisibles: Finalmente, podría ser posible que la falla del delfín en las tres nuevas tareas de transposición secuencial se deba a la falta de capacidad para rastrear desplazamientos invisibles. Si este fuera el caso, el delfín debería haber tenido éxito en la segunda tarea de transposición y en los otros dos controles siguiendo algunas estrategias de nivel inferior no detectadas aprendidas durante las sesiones de transposición visible.

En cualquier caso, la experiencia previa con los desplazamientos visibles del objeto dentro de la caja mejoró el desempeño del delfín en las posteriores tareas de transposición. Esta experiencia visual permitió al delfín tener éxito en una tarea de transposición espacial y una versión más difícil de esta prueba: la doble transposición. Las transposiciones espaciales requieren una comprensión de la naturaleza física de los objetos y contenedores y cómo se relacionan a través del movimiento cuando el contenedor se mueve sosteniendo el objeto (Beran y Minahan, 2000). Por tanto, es razonable que la experiencia visual previa con este tipo de estímulo visual sea necesaria para comprender la dinámica de los desplazamientos invisibles de los objetos y aplicar este conocimiento para resolver transposiciones

espaciales. Dado que el mismo objeto tiene dinámicas de movimiento totalmente diferentes dentro y fuera del agua, la experiencia visual previa puede ser crucial para que los animales que viven en ambientes acuáticos resuelvan transposiciones. Si es así, el fracaso previo de los delfines en tareas de desplazamiento invisible podría deberse a su falta de experiencia empírica con la dinámica de movimiento de los elementos utilizados en estas tareas. Además, los delfines fallan temprano en algunas tareas de desplazamiento visible (Jaakkola et al., 2010) también señala la necesidad de experiencia previa con los procedimientos de las tareas para tener éxito en dichas tareas.

El éxito del delfín en las pruebas de control que involucran movimientos sincrónicos y su falla en las secuenciales, especialmente en la transposición de 1 paso, es desconcertante. Desafortunadamente, con nuestros datos, no pudimos identificar claramente los factores críticos que influyen en el patrón de respuestas del delfín. Por lo tanto, es conveniente realizar más estudios que incluyan un mayor número de sujetos para confirmar el papel de la experiencia visual previa en el desarrollo de la capacidad de rastreo de desplazamiento invisible en delfines y otras especies; esto, en última instancia, puede arrojar luz sobre el debate de si la permanencia del objeto es una propiedad cableada del sistema visual o se aprende durante el desarrollo a través de la experiencia visual previa con objetos en movimiento.

Agradecimientos

Esta investigación ha recibido el apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad de España a través del proyecto FFI 2013-44007-P. Ana Pérez-Manrique recibió el apoyo de una beca de doctorado FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (AP2012-3501).

Referencias

- Auersperg, AMI, Szabo, B., von Bayern, AMP, & Bugnyar, T. (2014). Permanencia del objeto en la cacatúa Goffin (*Cacatua goffini*). *Revista de psicología comparada*, 128 (1), 88-98. <https://doi.org/10.1037/a0033272>
- Baillargeon, R., & Renée. (1987). Permanencia del objeto en lactantes de 3½ y 4½ meses. *Psicología del desarrollo*, 23 (5), 655-664. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.23.5.655>
- Baillargeon, R., Spelke, E. S., & Wasserman, S. (1985). Permanencia del objeto en lactantes de cinco meses. *Cognición*, 20 (3), 191-208. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90008-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90008-3)
- Barth, J., & Call, J. (2006). Seguimiento del desplazamiento de objetos: una serie de tareas con grandes simios (*Pan troglodytes*, *Pan paniscus*, *Gorilla gorilla* y *Pongo pygmaeus*) y niños pequeños (*Homo sapiens*). *Revista de Psicología Experimental. Procesos de comportamiento animal*, 32 (3), 239-252. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.32.3.239>
- Beran, M. J., & Minahan, M. F. (2000). Monitoreo de transposiciones espaciales por bonobos (*Pan paniscus*) y chimpancés (*P. troglodytes*). *Revista Internacional de Psicología Comparada*, 13, 1.
- Blois-Heulin, C., Crével, M., Böye, M., & Lemasson, A. (2012). Lateralidad visual en delfines: importancia de la familiaridad de los estímulos. *BMC Neuroscience*, 13 (1), 9. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-13-9>
- Bremner, J. G., Slater, A. M. & Johnson, S. P. (2015). Percepción de la persistencia del objeto: los orígenes de la permanencia del objeto en la infancia. *Perspectivas del desarrollo infantil*, 9 (1), 7-13. <https://doi.org/10.1111/cdep.12098>
- Cacchione, T., & Rakoczy, H. (2017). Metafísica comparada: pensar en los objetos en el espacio y el tiempo. En J. Call (Ed.), *Manual de psicología comparada* (pp. 579-599). Washington: Asociación Americana de Psicología. <https://doi.org/10.1037/0000012-026>
- Llame, J. (2003). Rotaciones y transposiciones espaciales en orangutanes (*Pongo pygmaeus*) y chimpancés (*Pan troglodytes*). *Primates*, 44 (4), 347-357. <https://doi.org/10.1007/s10329-003-0048-6>

- Collier-Baker, E., Davis, J. M., Nielsen, M., & Suddendorf, T. (2006). ¿Los chimpancés (*Pan troglodytes*) entienden el desplazamiento invisible único? *Cognición animal*, 9 (1), 55-61. <https://doi.org/10.1007/s10071-005-0004-5>
- Gagnon, S. & Doré, F. Y. (1992). Comportamiento de búsqueda en varias razas de perros adultos (*Canis familiaris*): permanencia del objeto y señales olfativas. *Revista de psicología comparada*, 106 (1), 58.
- Hespos, S. J., & Baillargeon, R. (2001). El conocimiento de los bebés sobre los eventos de oclusión y contención: una discrepancia sorprendente. *Ciencias psicológicas*, 12(2), 141-147. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00324>
- Hespos, S. J., & Baillargeon, R. (2006). Décalage en el conocimiento de los bebés sobre eventos de oclusión y contención: evidencia convergente de tareas de acción. *Cognición*, 99(2), B31-B41. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.01.010>
- Jaakkola, K. (2014). ¿Los animales entienden el desplazamiento invisible? Una revisión crítica. *Revista de psicología comparada*, 128(2), 1-15. <https://doi.org/10.1037/a0035675>
- Jaakkola, K., Guarino, E., Rodríguez, M., Erb, L., & Trone, M. (2010). ¿Qué entienden los delfines (*Tursiops truncatus*) sobre los objetos ocultos? *Cognición animal*, 13(1), 103-120. <https://doi.org/10.1007/s10071-009-0250-z>
- Johnson, C. M., Sullivan, J., Buck, C. L., Trexel, J., & Scarpuzzi, M. (2015). Desplazamiento visible e invisible con oclusión visual dinámica en delfines mulares (*Tursiops* spp). *Cognición animal*, 18(1), 179-193. <https://doi.org/10.1007/s10071-014-0788-2>
- Johnson, S. P., Amso, D., & Slemmer, J. A. (2003). Desarrollo de conceptos de objeto en la infancia: evidencia para el aprendizaje temprano en un paradigma de seguimiento ocular. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América*, 100(18), 10568-10573. <https://doi.org/10.1073/pnas.1630655100>